

Aus dem Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. K. Zerobin)

**Spermacharakteristika und ihre Abhängigkeiten
zur Fruchtbarkeit bei Hengsten des Eidgenössischen
Gestütes Avenches (Haras fédéral)**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von

WALTER GAMPER

Tierarzt

von Stettfurt TG

Genehmigt auf Antrag von:
Prof. Dr. K. Zerobin, Referent
Prof. Dr. A. Müller, Korreferent

Buchdruckerei Flawil AG

1980

Aus dem Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. K. Zerobin)

**Spermacharakteristika und ihre Abhängigkeiten
zur Fruchtbarkeit bei Hengsten des Eidgenössischen
Gestütes Avenches (Haras fédéral)**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von

WALTER GAMPER

Tierarzt

von Stettfurt TG

Genehmigt auf Antrag von:

Prof. Dr. K. Zerobin, Referent

Prof. Dr. A. Müller, Korreferent

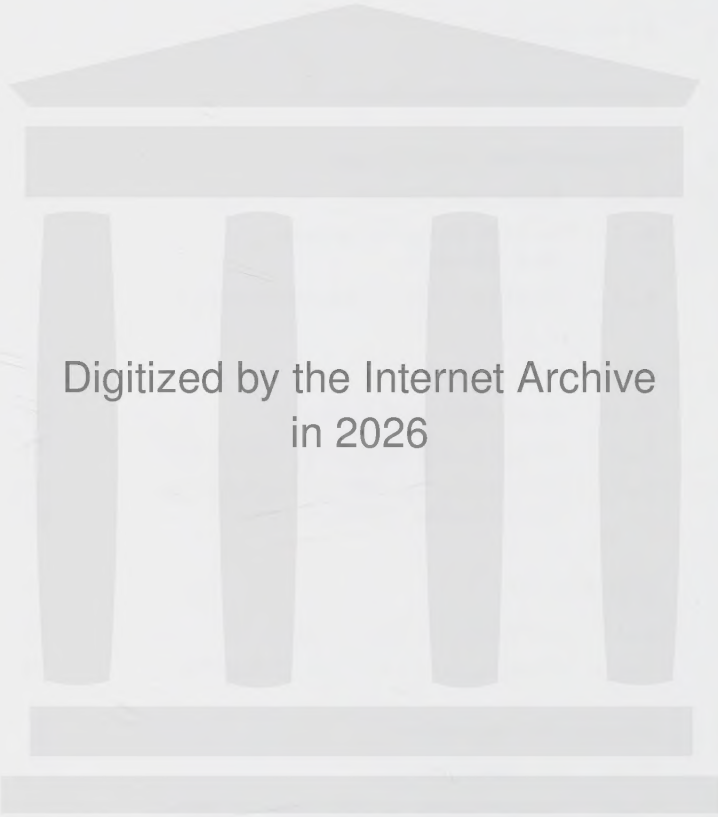
Buchdruckerei Flawil AG

1980



I n h a l t

1.	Einleitung	5
2.	Problemstellung	6
3.	Untersuchungsmaterial	8
4.	Untersuchungsmethoden	9
4.1.	Samengewinnung	9
4.2.	Qualitätsprüfungen des Samens	11
4.3.	Statistische Auswertungen	25
5.	Untersuchungsergebnisse	26
5.1.	Spermaeigenschaften	28
5.2.	Fruchtbarkeit der Hengste	36
5.3.	Abhängigkeiten zwischen den untersuchten Merkmalen	38
6.	Diskussion	49
6.1.	Laboruntersuchungen	49
6.2.	Fruchtbarkeit der Hengste	64
7.	Schlussfolgerungen	67
7.1.	Allgemeines	67
7.2.	Spermagewinnung und Unter- suchung unter Praxisver- hältnissen	68
7.3.	Abhängigkeiten zwischen Sper- maeigenschaften und der Abfohlrate	69
8.	Zusammenfassung	72
9.	Literaturverzeichnis	74



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. Einleitung

=====

Bei der Bedeutung, die heute zweifellos der Pferdezucht und allen mit ihr zusammenhängenden Problemen zukommt, spielt die Untersuchung des Spermas eine wichtige Rolle. Nicht nur für die künstliche Besamung drängt sich die Untersuchung des Spermas auf. Besonders bei neu eingestellten Hengsten, die züchterisch hervorragende Leistungen erwarten lassen, ist die Prüfung der Befruchtungsfähigkeit auf indirektem Wege über die Untersuchung der Samenflüssigkeit eine berechtigte Forderung.

Im Rahmen der Fertilitätsdiagnostik von Vartieren sind einfache makroskopische und mikroskopische Untersuchungsmethoden zur Beurteilung des Befruchtungsvermögens oft nicht ausreichend. Begattungsversuche zur Ueberprüfung der Fruchtbarkeit können zudem aus Zeit- und Kostengründen nicht immer durchgeführt werden. Grössere Aufmerksamkeit richtet sich daher in letzter Zeit auch auf biochemische Untersuchungen des Spermas.

2. P r o b l e m s t e l l u n g

=====

Die Fruchtbarkeit eines Hengstes wird, basierend auf den Konzeptionsraten von vorangegangenen Deckperioden, in Prozenten angegeben; diese Art der Fruchtbarkeitsfeststellung erfordert eine lange Zeit und birgt grosse Risiken bezüglich Aussagekraft und demgemäss für das Zuchtgeschäft.

Mehr und mehr wird heute versucht, aufgrund vorliegender Qualitätsprüfungen des Samens, Aussagen über die Fruchtbarkeit eines männlichen Tieres zu machen. Schon Götze (9) verlangte von einem guten Hengstsperma eine gute Vorwärtsbewegung möglichst zahlreicher Spermien. Eine präzise Aussage anhand der Spermienbeweglichkeit macht auch Cutler (5); er behauptet, dass nur Hengste, deren Spermien sich zu 75 % und mehr vorwärts bewegen, fruchtbar sind. Dass eine Beziehung zwischen Spermacharakteristika und der Fruchtbarkeit eines Hengstes existiert, hat Van Duijn (36) unter Anwendung von mathematisch-statistischen Methoden gezeigt. Er fand, dass eine Korrelation zwischen der Fruchtbarkeit, der totalen Spermienzahl, der Anzahl vorwärtsbeweglicher Spermien und der Anzahl morphologisch normaler Spermien existiert. Der Einfluss der Anzahl beweglicher Spermien auf die Fruchtbarkeit haben zwei Untersuchter (26) deutlich gezeigt. Sie besamten je 14 Stuten

mit 500 Mio. und 100 Mio. beweglichen Spermien. Daraus resultierte eine Fruchtbarkeit von 42,9 resp. 35,7 %.

Aber nicht nur die Spermienzahl resp. die sich vorwärtsbewegenden Spermien haben einen wesentlichen Einfluss auf die Befruchtungsrate, sondern auch biochemische Parameter können und müssen zur Beurteilung der Fruchtbarkeit herangezogen werden. Hillmann und Treu (14) untersuchten die Glutamat-Oxalacetat-Transaminase im Hengst-samen und fanden dabei, dass die GOT als Indikator für Samenzellschäden benutzt werden kann. Denn durch die GOT-Freisetzung angezeigte Läsionen an Samenzellmembranen oder Kopfkappen, die den Befruchtungsvorgang beeinträchtigen können, müssen nicht unbedingt schon lichtoptisch wahrnehmbar sein.

Nachdem in weltweiten Untersuchungen Hengstejakulate auf Befruchtungsfähigkeit geprüft wurden und sich Beziehungen zwischen einigen Spermaqualitäten und der Fruchtbarkeit ergaben, stellten sich für meine Arbeit folgende Einzelfragen:

1. Welche Spermaeigenschaften können in Feldversuchen erhoben und überprüft werden?
2. Besteht eine Abhängigkeit zwischen den Spermaeigenschaften und der Abfohlrate?

3. U n t e r s u c h u n g s m a t e r i a l

Das für meine Untersuchungen erforderliche Material wurde von Hengsten gewonnen, die im Eidgenössischen Gestüt in Avenches (Haras fédéral) aufgestellt sind. Insgesamt standen 8 Warmbluthengste zur Verfügung, von denen 104 Ejakulate geprüft werden konnten.

Tabelle 1 Allgemeine Angaben über die Samenspender

Hengst Nr.	Name	Geb.-Datum	Rasse	im Deckge- schäft se
1	Capone de Louppy	22.3.1968	franz. Warmblut	1973
2	Il Danse	20.4.1964	Inland Warmblut	1967
3	Essot	1.6.1970	franz. Warmblut	1974
4	Sirocco	9.2.1972	schwedisch. Warmblut	1975
5	Filon d'Or	21.5.1972	franz. Warmblut	1975
6	Quai d'Orsay	8.2.1968	Inland Warmblut	1972
7	Caid	17.5.1968	franz. Warmblut	1972
8	Cardinal Fleury	15.4.1968	franz. Warmblut	1972

4. U n t e r s u c h u n g s m e t h o d e n

=====

4.1. Samengewinnung

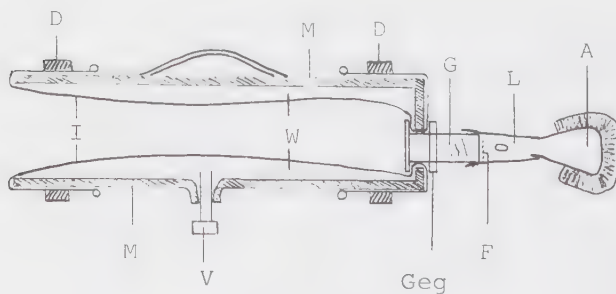
Um ein möglichst keimfreies Ejakulat zu erhalten, entnahm ich den Samen mit der leicht modifizierten künstlichen Scheide (Modell Hannover) nach Götze (9). Das Aussenrohr der Vagina ist aus Hartgummi (Länge 45 cm, Durchmesser 10,5 cm); eine starrelastische Gummiwand mit einer exzentrischen Oeffnung von 5,5 cm Durchmesser schliesst das hintere Ende ab. Diese Oeffnung ist exzentrisch angebracht, damit das Ejakulat besser in den Samenauffangbehälter abfließt. Auf dem Aussenmantel ist ein Handgriff aus Leder angebracht (Abb. 1).

Für einen Hengst (Capone de Louppy) musste die künstliche Scheide um 20 cm verlängert werden, weil bei der Erektion die Penisspitze an die Austrittsöffnung der künstlichen Scheide anstiess und die Ejakulation gestört wurde. Die Verlängerung wurde durch ein zylindrisches Kunststoffrohr erreicht, das über die Eingangsöffnung gestülpt wurde.

Der Innenschlauch ist aus weichelastischem Gummi. Er hat eine Länge von 75 cm (für die verlängerte Scheide 100 cm) und einen Durchmesser von 9,5 cm. Die über das Mantelrohr zurückgeschlagenen Enden werden mit Gummiringen befestigt. Zwischen den Innenschlauch und das Mantelrohr wird durch

das Verschlussventil warmes Wasser eingefüllt, um die Innentemperatur der künstlichen Scheide einzustellen. In die Austrittsöffnung der mit möglichst eng anliegendem Innenschlauch aufgezogenen künstlichen Vagina wird nach Bader und Hüttenrauch (1) ein Gewinderohr aus Kunststoff eingesetzt und von aussen mit einer Gegenmutter befestigt. Ueber dem herausragenden Gewinderohr wird eine dreifache Gaze festgemacht, um das schleimige Samenblasensekret vom flüssigen Ejakulatanteil fernzuhalten. Anstelle des Glastrichters tritt ein trichterförmiger Latexschlauch mit Entlüftungsloch, der die Verbindung zum Auffanggefäss (Glaskolben) herstellt.

Abbildung 1 Schema der künstlichen Scheide



- | | |
|-----|---|
| A | Auffanggefäss mit Wärmeschutz |
| D | Druckringe |
| F | Gazefilter |
| G | Gewinderohr |
| Geg | Gegenmutter |
| I | Innenschlauch |
| L | Latex-Trichter mit Luftaustrittsöffnung |
| M | Mantelrohr |
| V | Verschlussventil |
| W | Raum für Wasserfüllung |

Die Samengewinnung erfolgte nach einer 5 bis 10-minütigen (in einzelnen Fällen längeren) Vorbereitungszeit der Hengste unter Verwendung eines Phantoms als Sprungpartner. Unmittelbar vor der Samenentnahme wurde der Vaginnenschlauch bis zur Hälfte sorgfältig mit einer Gelmasse für künstliche Scheiden der Firma Veterinaria AG, Zürich, gleitfähig gemacht und die Innentemperatur der künstlichen Vagina auf 42⁰ C eingestellt.

4.2. Qualitätsprüfungen des Samens

Der Begriff "Samenqualität" ist vor etwa 30 bis 45 Jahren von mehreren Autoren (9, 21, 38) geprägt worden. Er entspricht der Auffassung, dass eine Reihe von Eigenschaften, die entweder sicht- oder messbar sind, mit der Befruchtungseigenschaft korrelieren.

Die Samenqualität hat einen grossen diagnostischen Wert, sowohl zur Ermittlung der Ursache, der Schwere und des Stadiums von Erkrankungen der Hoden und der akzessorischen Geschlechtsdrüsen, als auch zur Einschätzung der Fruchtbarkeit.

Um ein möglichst objektives Bild über das Ejakulat zu erhalten, wurde jedes Sperma sofort nach der Entnahme einer eingehenden Laborprüfung unterzogen:

4.2.1. Grobsinnliche Untersuchungen

Farbe und Konsistenz

Die Farbe von normalem Hengstsperma soll perlweiss bis grau und transparent sein. Sie kann Auskunft geben über extreme Verabreichungen gewisser Futtermitteln (z.B. Gelbverfärbung durch Karotten), über ejakulatfremde Beimengungen (z.B. Entzündungsprodukte aus den abführenden Harnwegen) und ist nicht zuletzt ein erstes Kriterium für die zu erwartende Dichte (Spermienzahl). Auch die Konsistenz gibt Anhaltspunkte über die Spermienzahl sowie über erhebliche schleimige und zellige Spermabeimengungen.

4.2.2. Physikalische Untersuchungen

Menge

Da das schleimige Sekret aus der Samenblase schon während der Ejakulatgewinnung abgetrennt wurde, kann nur der flüssige Anteil des Spermas zur Messung kommen. Die Ermittlung des Volumens erfolgt mittels eines vorgewärmten Messzylinders.

Beweglichkeit

Die Beweglichkeit der Spermien zur Zeit der Samengewinnung muss als wichtiges Mass für die Befruchtungsfähigkeit der Spermien angesehen werden (Götze). Deshalb ist bei der Samengewinnung achtzugeben, dass die Spermien keinen Kälteschock erleiden; ein rascher Temperaturabfall führt zu einem Verlust der Spermienbeweglichkeit und vielfach zu einer Loslösung der Spermienchwänze.

Die Ermittlung der Beweglichkeit erfolgte durch mikroskopische Schätzung. Die Massenbewegung wurde beurteilt, indem aus halber Höhe der Ejakulatsäule mit einer Pasteurpipette ein klein-hirsekorngrosser Tropfen Samen auf einen vorgewärmten Objektträger gebracht wurde, ohne ihn mit einem Deckgläschen zu bedecken. Die Untersuchung erfolgte sofort bei kleiner Vergrösserung. Als Massenbewegung wurden fischzugähnliche, wellenförmige Strömungen von Spermienzügen bezeichnet. Die Massenbewegung wurde mit - (= keine) bis +++ (= sehr gute) bezeichnet.

Die Schätzung der Einzelbewegung bezog sich auf die Vorwärtsbewegung, die abnorme Bewegung und

die unbeweglichen Spermien. Unter abnormer Bewegung ist die Kreis-, Orts- und Rückwärtsbewegung zu verstehen.

Zur Prüfung der Einzelbewegung musste das Sperma mit 0,95 %iger Kochsalzlösung verdünnt werden. Die Beobachtung wurde bei einer mittleren Vergrößerung gemacht und in Prozenten angegeben. Für diese Untersuchungen stand ein Mikroskop mit Phasenkontrasteinrichtung bei einer Heiztischtemperatur von $37 - 38^{\circ} \text{C}$ zur Verfügung.

Dichte

Die Zahl der Samenzellen pro μl Ejakulat wurde mittels Bürkerkammer bestimmt. Dazu wurde das Sperma 100 bis 200-fach mit 0,95 %iger NaCl verdünnt und gut gemischt. Nach dem Füllen der Zählkammer wurden zweimal die Spermien in 100 grossen Quadraten (Kantenlänge 0,2 mm, Höhe 0,1 mm) gezählt und die Spermiedichte bestimmt.

Gesamtspermienzahl

Die Anzahl Spermien im Gesamtejakulat wurde rechnerisch erhalten durch Multiplikation der Dichte (Anzahl Spermien pro μl) mit der Mengelfreien Spermas.

Transmission

Unter Transmission versteht man das Durchleuchten des Spermas mit Strahlen einer genau definierten Wellenlänge, um die Lichtabsorption zu messen. Für meine Untersuchungen wurde dazu ein Spektrophotometer der Marke Coleman (Modell 295 E) verwendet mit einer Wellenlänge von 600 nm.

4.2.3. Chemische Untersuchungen

pH-Wert

Für die routinemässige Samenuntersuchung und zur Abklärung von Erkrankungen der akzessorischen Geschlechtsdrüsen gibt die Wasserstoffionenkonzentration des Spermas wertvolle diagnostische Hinweise.

Die pH-Werte wurden mit der Indikatorlösung Bromthymolblau bestimmt, indem in einem Röhrchen 0,5 ml Sperma mit 2-3 Tropfen Bromthymolblaulösung versetzt, vermischt und mit einer Farbskala beurteilt wurden.

Herstellung der Bromthymolblaulösung:

0,05 g Bromthymolblau "Merck" werden mit 0,8 ml 0,1 n NaOH angerieben und dann mit 100 ml Aqua bidest verdünnt.

Lebend/Tot-Färbung

Die Lebend/Tot-Färbung der Spermien (auch als Vitalfärbung bezeichnet) erlaubt die Ermittlung des Prozentsatzes toter oder geschädigter Samenzellen, denn diese Spermien nehmen gewisse Farbstoffe an, färben sich also an, während der Farbstoff in lebende Zellen nicht eindringen kann.

Die Färbbarkeit toter bzw. die Nichtfärbbarkeit lebender Spermien hat ihre Ursache in der feinen oberflächlichen Kolloidschicht der Spermienköpfe, die bei lebenden Spermien das Eindringen gewisser Farbstoffe, z.B. Eosin, verhindert. Hingegen wird die Kolloidschicht bei absterbenden oder toten Spermien für bestimmte Farbstoffe durchlässig, und nur die Kopfkappe bringt bei absterbenden Zellen dem Eindringen des Farbstoffes noch einen gewissen Widerstand entgegen.

Einer der bekanntesten - und bei der Untersuchung von Bullensamen seit Jahren bewährten -

Farbstoffe zur Lebend/Tot-Färbung ist das Eosin in Verbindung mit dem Anilinblau als Kontrastfarbe.

Herstellung der Farben:

Eosinlösung: 0,2 g Eosin "Merck" gelblich
 0,3 g Natriumzitrat tert.
 10 ml Aqua bidest

Anilinblau: 0,4 g Anilinblau "Merck"
 0,3 g Natriumzitrat tert.
 10 ml Aqua bidest.

Auf einen vorgewärmten Objektträger wurde ein kleiner Tropfen Sperma gebracht. Auf die eine Seite wurden 1 (-2) Tropfen Eosin-Lösung gegeben, auf die andere Seite 2 (-3) Tropfen Anilinblaulösung. Nun wurde mit einem Glasstab das Sperma mit der Eosinlösung und danach mit dem Anilinblau vermischt. Ein Tropfen dieses Gemisches wurde auf einem anderen vorgewärmten Objektträger nach Art eines Blutausstriches ausgestrichen und sofort getrocknet. Die Beurteilung der Spermien erfolgte im Hellfeldmikroskop mit Oelimmersion. Es wurden alle diejenigen Spermien als gefärbt betrachtet, die im Bereich des Kopfes Farbstoff aufgenommen hatten.

Dabei wurde unterschieden, ob der ganze Kopf (tot) oder nur die Kopfbasis gefärbt waren (absterbend).

Fructose und Zitronensäure

Der Fructose- und Zitronensäuregehalt des Seminalplasmas wird durch die Tätigkeit der akzessorischen Geschlechtsdrüsen bestimmt. Reich an Zitronensäure und arm an Fructose ist das Sekret der Vorsteherdrüse (Prostata) und sehr reich an Fructose ist die Flüssigkeit aus der Samenblase (Glandula vesicularis). Die Entwicklung und die sekretorische Funktion dieser Drüsen wird durch die Androgen-Sekretion (beim Hengst praktisch nur Testosteron) der Hoden geregelt. Die Produktion von Testosteron in den Leydigzellen des Hodens wird durch das ICSH aus dem Hypophysenvorderlappen stimuliert. Sowohl der Fructose- als auch der Zitronensäuregehalt des Spermas wurden auf spektrophotometrische Weise bestimmt.

Die genaue Methodik der Fructosebestimmung beschreibt Schmitz (33) für Bullensperma, der Zitronensäuregehalt wurde nach der Methode von Dagley, zitiert von Bergmeyer (6), bestimmt.

GOT (Glutamat-Oxalacetat-Transaminase)

Es wird vermutet, dass bei Samenzellschädigungen die Zellmembranen inaktiviert oder gestört werden und dabei zelluläre Substanzen verloren gehen. Aufgrund des intrazellulären Vorkommens der GOT wurde sie als Indikator-Enzym für auf die Samenzelle einwirkende Schädigungen benützt. Hillmann und Treu (14) haben als erste Untersuchungen über das Vorkommen von GOT im Hengstsamen durchgeführt.

Für die Messung der Transaminase wurde Spermaplasma verwendet. Sofort nach der Ejakulatgewinnung wurden 8 ml Sperma bei 3000 U/Min. während 25 Minuten zentrifugiert. Das überstehende Plasma wurde abpipettiert und ein zweites Mal nach demselben Modus zentrifugiert. Die GOT-Messungen erfolgten nach der Methode von Karmen in der von Hillmann und Treu (14) beschriebenen Weise, mit dem GOT-Monotest von der Firma Boehringer Mannheim. Die gemessenen Werte wurden in mU/ml Seminalplasma angegeben.

4.2.4. Morphologische Untersuchungen

Eine der wichtigsten Untersuchungen stellt zweifellos die morphologische Beurteilung des Spermas dar. Die einzelnen Samenzellen können mannigfaltige Abweichungen in Form und Grösse aufweisen. Diese Verformungen können primär bedingt sein, d.h. im Laufe der Spermio-genese entstanden sein (Primärdefekte), oder die Samen-fäden können auch während der Ejakulation durch rasche Kälteeinwirkung, mechanische Schädigungen und osmotische Störungen verändert werden (Sekundärdefekte).

Als allgemeingültig darf festgehalten werden, dass Kopfveränderungen meist primär bedingt sind, während sehr viele Schwanzabnormitäten jedoch sekundäre Veränderungen darstellen.

Für die morphologische Beurteilung der Spermien stand ein Mikroskop mit Phasenkontrasteinrichtung (Ortholux II der Firma Wild/Leitz) zur Verfügung. Die Spermaproben wurden in möglichst frischem Zustand oder nach sorgfältiger Abkühlung verarbeitet. Mit einer Pasteurpipette wurde ein kleiner Tropfen des Ejakulates entnommen und in einer Uherschale mit physiologischer NaCl-Lösung ge-

mischt, welche zur Abtötung der Spermien eine Spur Formalin enthielt. Die Verdünnung richtete sich nach der Dichte des Ejakulates. Der Tropfen wurde nun durch leichtes Schwenken der Uhrschale mit der NaCl-Lösung vermischt. So hatte man die Möglichkeit, mit einer Pasteurpipette eine Probe an einer dünneren oder dichteren Stelle auszuwählen. Es wurde ein Nativpräparat hergestellt, indem ein kleiner Tropfen der Samenverdünnung auf einem Objektträger mit einem Deckgläschen bedeckt wurde. Die Differenzierung erfolgte mit 1250-facher Vergrößerung (Oelimmersion) und erfasste pro Ejakulat 200 bis 400 Spermien. Der Prozentsatz von normalen und abnormen Spermien wurde ermittelt, die Abnormitäten einzeln aufgeführt und in Primär- und Sekundärdefekte eingeteilt.

Vorgängig oder anschliessend an die morphologische Untersuchung der Samenfäden wurde der Gehalt des Spermas an "fremden" Zellen (Epithelzellen, Spermaentwicklungszellen, Leukozyten, Erythrozyten etc.) und freie Protoplasmatropfen im unverdünnten Nativpräparat mit der oben erwähnten Vergrößerung bestimmt.

4.2.5. Ueberleben von Spermien in verschiedenen Medien

NaCl (0,95 %)

Gute Anhaltspunkte für die Widerstandskraft der Spermien und für die Möglichkeit einer Beeinflussung durch einen Verdünner werden erhalten, indem Sperma mit 0,95 %iger NaCl-Lösung im Ueberschuss verdünnt wird. Damit befinden sich die Spermien in einem für sie unphysiologischen Milieu, und die Beurteilung ihrer Ueberlebensdauer gilt als Mass für die Resistenz der Samenzellen.

Ein Tropfen Sperma wurde in einem vorgewärmten Reagenzglas mit 0,95 %iger NaCl-Lösung (10 ml) verdünnt und in ein Wasserbad von 37° C gegeben. In 10-minütigen Abständen wurde mit einer Pasteurpipette ein Tropfen der Spermaverdünnung entnommen und auf einen vorgewärmten Objektträger verbracht. Ohne Deckglas wurde mit einer Vergrösserung von 100 x festgestellt, ob sich darin noch Spermien mit deutlicher Vorwärtsbewegung befinden.

Unter NaCl-Resistenzzeit wurde die Zeit verstanden, nach der im NaCl-verdünnten Sperma keine Vorwärtsbewegung mehr festzustellen war.

Varohm-Verdünner

Der Verdünner wurde jeweils 24 Stunden vor der Samenentnahme zubereitet und setzte sich wie folgt zusammen:

6,000 g	Glucose
0,370 g	Aethylen-Diamintetra- acetat-Dinatriumsalz
0,120 g	Natriumbikarbonat
0,375 g	Trinatriumzitat-2-Hydrat
100 ml	Aqua bidest (über Quarz)
50'000 IE	Penicillin
50 mg	Streptomycin

Die Verdünnung des Spermas erfolgte nach Abkühlen auf Zimmertemperatur, 10 bis 15 Minuten nach der Ejakulatentnahme.

Der Verdünnungsgrad betrug 1:1 (1 Teil Sperma und 1 Teil Verdünner). Die Probe wurde bei Zimmertemperatur aufbewahrt und die Bestimmung der Resistenzzeit erfolgte nach demselben Modus wie bei der NaCl-Lösung, aber in Zeitintervallen von 5 Stunden.

TES - Tris - Verdünner

Die Herstellung des Verdünners erfolgt 24 Stunden vor der Samenentnahme. Er setzte sich aus

folgenden Komponenten zusammen:

2,220	g	KCl
2,240	g	Glucose
2,000	g	Magermilchpulver "Lorso" 1)
0,014	g	Titriplex III (Aethylendiamin- tetraessigsäure Dinatriumsalz)
70	ml	Aqua bidest (über Quarz)
50'000	IE	Penicillin
50	mg	Streptomycin

Mit einem 3,9 %igen Tris-Puffer (Tris-(hydroxy-methyl)-aminomethan) wurde die Verdünnungsflüssigkeit auf einen pH-Wert von 7,1 gepuffert.

Nun wurde Eidotter ad 100 ml zugegeben. Die Samenverdünnung erfolgte nach Abkühlen des Spermas auf Zimmertemperatur im Verhältnis 1:1

(1 Teil Sperma und 1 Teil Verdünner).

Die Bestimmung der Resistenzzeit erfolgt durch Untersuchungen in Zeitintervallen von 5 Stunden.

1) Hersteller: Firma Stalder Konolfingen

- Fett	1	%
- Protein	36	%
- Lactose	52,9	%
- Asche	7,6	%
- Wasser	2,5	%

4.3. Statistische Auswertungen

Die statistischen Auswertungen (Mittelwerte, Standardabweichungen, Korrelationskoeffizienten, Varianz- und Diskriminanzanalyse) wurden unter Anwendung der BMDP - Computer - Programme (7) am Rechenzentrum der Universität Zürich durchgeführt.

5. U n t e r s u c h u n g s e r g e b n i s s e =====

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen 2-12 und den Abbildungen 2-12 zusammengefasst.

5.1. Einzelwerte, Mittelwerte und Standardabweichungen der Parameter

Die Samenentnahmen wurden in der Zeit vom 16. September 1975 bis 28. Januar 1976 in unterschiedlichen Intervallen ausgeführt, und sie fallen in die Zeit der Deckpause der Hengste. Bis Ende 1975 wurden alle 14 Tage Samenproben entnommen, mit einer Pause im November und Anfang Dezember. Der Unterbruch musste eingeschaltet werden, da im Gestüt bauliche Veränderungen vorgenommen wurden und dadurch keine Samen entnommen werden konnten.

Im Januar 1976 wurden die Hengste in wöchentlichen Abständen abgesamt. Danach konnten keine Proben mehr gewonnen werden, weil die Hengste zum eigentlichen Deckgeschäft in die Depots verbracht wurden. Bei drei Hengsten wurden 8, bei fünf Hengsten zwischen 15 und 17 Samenproben entnommen.

Diese Zahlen ergeben sich durch das unterschiedliche Verhalten der Hengste gegenüber der künstlichen Scheide:

- dauernd akzeptiert haben die künstliche Scheide
 - "Il Danse" (17 Sprünge)
 - "Essot" und "Filon d'Or" (je 16 Sprünge)
 - "Cardinal Fleury" (15 Sprünge)
- erst später akzeptiert hat
 - "Sirocco" (16 Sprünge)
- nur anfangs akzeptiert haben
 - "Quai d'Orsay" und "Capone de Louppy"
 - (je 8 Sprünge)
- unterschiedlich akzeptiert hat
 - "Caid" (8 Sprünge)

Tabelle 2 Hengst Nr. 1 "Capone de Louppy", 7½-jährig

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wieviel-ter Sprung	Menge ml	Bewegungsintensität %		Dichte in 1000 pro µl	Gesamt-spermienzahl in Mrd.	Trans-mission	pH	Vital-färbung %		Zitro-nen-säure mg %	Fruc-tose mg %	GOT mU/ml	Resistenzzeiten		Morphologie				
				V	A					L	AS				NaCl rohm Std	Va-IES-Tris Std	nor-male	ab-norme			
1	16. 9.75	1.	126	40	45	15	20,79	88	7,2	83	12	5	24,0	16	170	40	24	96	62,0	38,0	
2	7.10.75	1.	99	87	5	8	15,44	92	7,3	77	15	8	20,2	44	170	78	42	42	47,5	52,5	
3	7.10.75	2.	72	79	11	10	10,65	87	7,3	78	12	10	12,0	34	156	64	40	41	52,0	48,0	
4	28.10.75	1.	81	82	10	8	17,01	89	7,1	84	10	6	28,0	36	111	84	45	62	68,0	32,0	
5	17.12.75	1.	76	85	9	6	16,15	86	7,2	78	14	8	25,4	28	96	68	38	72	73,5	26,5	
6	18.12.75	1.	60	71	15	14	198	91	7,4	58	25	7	15,3	21	102	55	36	55	75,0	25,0	
7	18.12.75	2.	45	73	18	9	166	79	7,0	59	28	13	12,8	26	132	58	39	62	74,0	26,0	
8	7. 1.76	1.	76	68	19	13	178	84	7,2	55	25	20	11,2	31	146	47	41	60	76,5	23,5	
n = 8		X	79,3	73,1	16,5	10,3	179,1	14,11	87,0	7,2	72,7	17,6	9,6	18,6	29,5	135,3	61,7	38,1	61,2	66,1	33,8
		S	24,4	14,9	12,4	3,2	24,6	4,14	4,1	0,1	10,8	7,1	4,8	6,6	8,8	29,7	14,8	6,3	17,5	11,0	11,0

Legende

Bewegungsintensität: V = vorwärtsbeweglich
A = abnorm-beweglich
U = unbeweglich

Vitalfärbung: L = lebend
AS = absterbend
T = tot

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wieviel-ter Sprung	Menge ml	Bewegungsintensität %			Dichte in 1000 pro µl	Gesamt-spermienzahl in Mrd.	Trans-mission	pH	Vital-färbung			Zitro-nen-säure mg %	Fruc-tose mg %	GOT µU/ml	Resistenzzeiten		Morphologie %		
				V	A	U					L	AS	T				NaCl rohm Std	IES-tris Std	nor-male	ab-norme	
1	16. 9.75	1.	32	80	15	5	513	16,41	75	7,2	88	7	5	16,6	16	136	30	24	96	77,0	23,0
2	7.10.75	1.	27	75	10	15	473	10,17	75	7,2	50	32	18	24,6	40	254	85	71	97	81,0	19,0
3	28.10.75	1.	39	89	5	6	308	12,01	84	7,1	52	36	12	23,0	20	132	30	22	78	80,5	19,5
4	17.12.75	1.	36	90	7	3	326	11,73	83	7,0	61	30	9	4,0	32	127	55	45	117	71,0	29,0
5	18.12.75	1.	14	90	5	5	420	5,88	85	7,2	47	41	12	25,3	40	103	35	68	93	71,5	28,5
6	7. 1.76	1.	20	88	4	8	594	13,89	63	7,1	51	35	14	18,4	34	131	40	62	88	75,5	24,5
7	7. 1.76	2.	20	97	2	1	392	7,84	82	7,0	47	41	12	12,0	28	84	35	39	97	84,0	16,0
8	8. 1.76	1.	19	92	6	2	292	5,54	90	7,0	61	29	10	6,1	36	76	40	24	79	75,0	25,0
9	13. 1.76	1.	73	95	1	4	336	24,52	86	6,8	63	26	11	40,1	36	87	65	45	73	77,5	22,5
10	14. 1.76	1.	46	92	5	3	318	14,62	81	6,8	64	20	16	15,4	32	70	55	31	57	77,5	22,5
11	14. 1.76	2.	32	88	7	5	206	6,59	90	7,0	66	27	7	3,7	32	57	50	17	100	75,0	25,0
12	20. 1.76	1.	38	93	5	2	650	24,70	68	6,6	69	24	7	2,7	40	190	62	65	137	72,5	27,5
13	21. 1.76	1.	19	88	7	5	422	8,01	79	6,8	72	22	6	24,6	40	117	65	47	61	74,5	25,5
14	21. 1.76	2.	27	88	6	6	300	8,10	85	7,0	69	27	4	37,0	36	85	75	41	93	84,5	15,5
15	27. 1.76	1.	32	92	2	6	540	17,28	71	6,8	86	8	6	37,0	40	212	60	82	82	75,0	25,0
16	28. 1.76	1.	28	95	2	3	457	12,79	75	6,8	69	24	7	11,7	40	190	70	60	119	77,5	22,5
17	28. 1.76	2.	29	88	4	8	338	9,80	85	7,0	90	6	4	5,2	32	127	55	26	113	83,0	17,0
n = 17		X	30,9	89,4	5,4	5,1	410,8	12,34	79,8	6,9	65,0	25,5	9,4	18,0	33,7	128,1	53,3	45,2	92,9	77,2	22,7
		S	13,8	5,3	3,3	3,2	131,5	5,80	7,6	0,1	13,6	10,7	4,1	12,2	7,0	54,7	16,3	19,8	20,8	4,1	4,1

Tabelle 4 Hengst Nr. 3 "Essot", 5½-jährig

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wieviel-ter Sprung	Wenige ml	Bewegungsintensität %			Dichte in 1000 pro μ l	Gesamt-spermienzahl in Mrd.	Trans-mis-sion	pH	Vital-färbung %			Zitronen-säure mg %	Fructose mg %	GOT mU/ml	Resistenzzeiten			Morphologie %	
				V	A	U					L	AS	T				NaCl rohm Min	Var. Tris Std	TES-Std	normale	ab-norme
1	17. 9.75	1.	47	65	10	25	359	16,87	70	7,1	58	14	28	23,0	24	372	41	24	120	53,0	47,0
2	7.10.75	1.	11	72	18	10	157	1,73	91	7,6	61	27	12	23,0	40	85	37	21	42	69,0	31,0
3	17.12.75	1.	22	86	8	6	261	5,75	81	7,2	51	38	11	15,4	28	166	35	69	92	59,0	41,0
4	18.12.75	1.	10	84	8	8	138	1,38	75	7,4	39	47	14	4,0	20	50	30	22	94	52,0	48,0
5	7. 1.76	1.	14	78	12	10	454	6,35	73	7,0	40	40	20	3,7	40	157	35	45	77	43,0	57,0
6	8. 1.76	1.	15	88	5	7	253	3,79	88	7,5	53	31	16	3,0	32	28	25	19	76	41,5	58,5
7	13. 1.76	1.	16	82	6	6	615	9,94	71	7,0	59	28	13	3,7	32	89	55	45	69	53,5	46,5
8	14. 1.76	1.	14	80	10	10	377	5,27	77	7,4	54	29	17	2,1	36	108	52	23	123	37,5	62,5
9	14. 1.76	2.	15	80	10	10	268	4,02	89	7,2	56	33	11	4,3	32	33	40	17	41	38,5	61,5
10	20. 1.76	1.	19	81	7	12	309	5,88	82	7,0	47	42	11	4,3	32	180	60	40	78	41,5	58,5
11	21. 1.76	1.	9	87	5	8	273	2,45	87	7,2	34	58	8	5,5	32	127	48	46	98	37,5	62,5
12	21. 1.76	2.	15	82	6	12	194	2,91	92	7,6	28	60	12	4,3	36	42	52	40	92	44,0	56,0
13	27. 1.76	1.	8	80	10	10	385	3,08	75	7,2	84	7	9	4,9	36	170	45	21	70	36,0	64,0
14	27. 1.76	2.	28	78	6	16	226	6,32	90	7,4	77	11	12	7,4	40	106	48	40	50	38,5	61,5
15	28. 1.76	1.	10	88	6	6	222	2,22	88	7,4	73	15	12	5,5	36	85	56	32	94	38,0	62,0
16	28. 1.76	2.	27	82	10	8	189	5,10	89	7,3	81	9	10	6,7	38	76	52	30	87	42,0	58,0
n = 16		$\bar{X}$	17,5	81,1	8,5	10,2	292,4	5,1	82,3	7,2	55,9	30,5	13,5	7,5	33,3	117,1	44,4	33,3	81,4	45,2	54,7
		S	9,8	6,1	3,3	4,7	122,7	3,8	7,7	0,2	16,5	16,5	4,9	6,7	5,6	83,9	10,1	14,0	23,9	9,4	9,4

Tabelle 5

Hengst Nr. 4 "Sirocco", 3 $\frac{3}{4}$ -jährig

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wieviel-ter Sprung	Menge ml	Bewegungsintensität %			Dichte in 1000 pro μ l	Gesamt-spermien-zahl in Mrd.	Trans-mis-sion	pH	Vital-färbung %			Zitronen-säure mg %	Fructose mg %	GOT mU/ml	Resistenzzeiten			Morphologie %	
				V	A	U					L	AS	T				NaCl Min	Va-Tris Std	TES-Std	norm-male	ab-norme
1	17.12.75	1.	38	84	6	10	128	4,88	88	7,2	64	21	15	11,7	32	38	45	48	112	53,0	47,0
2	18.12.75	1.	56	86	6	8	147	8,23	81	7,0	48	39	13	2,7	36	25	25	53	74	54,5	45,5
3	18.12.75	2.	28	85	7	8	80	2,24	77	7,6	45	36	19	3,7	36	14	40	18	78	68,0	32,0
4	7. 1.76	1.	53	85	7	8	231	12,24	88	7,0	49	35	16	2,7	44	35	30	44	75	62,0	38,0
5	8. 1.76	1.	39	75	12	13	84	3,27	97	7,4	49	30	21	32,1	32	14	45	28	81	64,0	36,0
6	8. 1.76	2.	35	92	4	4	229	8,01	91	7,2	50	40	10	18,0	36	28	42	21	75	53,5	46,5
7	13. 1.76	1.	20	92	5	3	361	7,22	82	7,0	49	34	17	3,7	36	22	50	46	75	56,0	44,0
8	14. 1.76	1.	22	92	4	4	366	8,05	79	7,0	56	34	10	4,6	32	29	68	46	104	55,5	44,5
9	14. 1.76	2.	21	89	5	6	289	6,08	76	7,2	55	35	10	4,2	28	26	65	46	88	60,5	39,5
10	20. 1.76	1.	40	89	3	8	189	7,56	90	7,0	59	31	10	3,7	28	42	38	45	69	61,5	38,5
11	20. 1.76	2.	28	78	4	18	165	4,62	93	7,2	68	26	6	3,0	24	21	55	39	115	63,5	36,5
12	21. 1.76	1.	34	68	7	25	42	1,42	98	7,4	38	9	53	5,2	32	21	68	22	105	65,5	34,5
13	27. 1.76	1.	50	78	6	16	450	22,50	77	6,8	73	14	13	1,8	36	42	52	69	69	48,0	52,0
14	27. 1.76	2.	25	84	8	8	306	7,65	84	7,0	82	12	6	2,1	32	21	56	63	64	50,5	49,5
15	28. 1.76	1.	28	84	6	10	30	0,84	98	7,6	35	50	15	4,6	28	21	55	22	118	74,0	26,0
16	28. 1.76	2.	22	83	8	9	112	2,46	88	7,4	52	36	12	4,9	29	21	48	38	89	72,0	28,0
n = 16		$\bar{X}$	33,6	54,0	6,1	9,2	200,5	6,7	86,6	7,1	54,5	30,1	15,3	6,7	32,5	26,2	48,8	40,5	86,9	60,1	39,8
		S	11,6	6,6	2,1	5,7	125,3	5,2	7,5	0,2	12,3	11,1	10,8	7,9	4,7	8,8	12,4	15,0	18,0	7,5	7,5

Tabelle 6

Hengst Nr. 5 "Filon d'Or", 4½-jährig

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wieviel-ter Sprung	Menge ml	Bewegungsintensität %			Dichte in 1000 pro µl	Gesamtspermienzahl in Mrd.	Transmission	pH	Vitalfärbung %			Zitronensäure mg %	Fructose mg %	GOT µU/ml	Resistenzzeiten			Morphologie %	
				V	A	U					L	AS	T				NaCl rohm Min	Wa-iris Std	TeS-Std	normale	abnorme
1	16. 9.75	1.	18	58	11	31	345	6,21	74	7,1	43	14	43	15,7	41	185	32	19	57	62,3	37,7
2	7.10.75	1.	19	62	16	22	282	5,36	76	7,6	56	26	18	12,8	38	211	43	33	68	78,0	22,0
3	18.12.75	1.	12	80	12	8	384	4,60	76	7,0	42	40	18	4,0	32	234	50	71	117	70,5	29,5
4	7. 1.76	1.	35	75	7	18	272	9,52	88	7,2	50	43	7	31,4	32	47	20	51	113	81,0	19,0
5	8. 1.76	1.	13	90	4	6	306	3,97	86	7,4	62	27	11	2,4	32	34	25	27	122	81,0	19,0
6	8. 1.76	2.	13	50	10	40	71	0,92	96	7,6	23	40	37	3,7	36	21	25	18	118	78,0	22,0
7	13. 1.76	1.	33	95	4	1	487	16,07	74	6,8	54	34	12	3,0	40	68	75	46	128	84,5	15,5
8	13. 1.76	2.	40	75	10	15	225	9,00	90	7,2	55	36	9	2,7	24	67	60	40	122	82,0	18,0
9	14. 1.76	1.	18	96	3	1	265	4,77	85	7,4	49	34	17	2,4	28	33	45	31	118	75,0	25,0
10	20. 1.76	1.	46	86	8	6	318	14,62	87	6,8	62	29	9	4,0	36	85	50	40	78	82,5	17,5
11	20. 1.76	2.	17	87	4	9	309	5,25	85	7,1	73	16	11	3,9	35	83	51	39	75	81,0	19,0
12	21. 1.76	1.	28	80	8	12	162	4,53	92	7,4	73	20	7	6,1	36	42	45	22	97	84,5	15,5
13	27. 1.76	1.	18	82	10	8	645	11,61	73	7,0	87	7	6	4,3	36	127	45	54	69	87,5	12,5
14	27. 1.76	2.	17	85	7	8	288	4,89	71	7,0	83	8	9	5,0	37	82	43	49	72	79,5	20,5
15	28. 1.76	1.	10	90	4	6	392	3,92	78	7,0	83	11	6	3,7	36	106	58	32	119	84,5	15,5
16	28. 1.76	2.	35	84	8	8	488	17,08	75	7,4	70	20	10	4,0	36	170	54	27	121	87,0	13,0
n = 16		$\bar{x}$	23,2	79,6	7,8	12,4	327,4	7,6	81,6	7,1	60,3	25,3	14,3	6,8	34,6	93,4	45,0	37,4	99,6	79,9	20,0
		S	11,2	13,0	3,5	10,6	135,3	4,8	7,8	0,2	17,3	11,9	10,7	7,5	4,2	57,6	14,2	14,3	25,0	6,5	6,5

Tabelle 7

Hengst Nr. 6 "Quai d'Orsay", 7³/₄-jährig

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wie- viel- ter Sprung	Menge ml	Bewegungs- intensität %			Dichte in 1000 pro μ l	Gesamt- spermien- zahl in Mrd.	Trans- mis- sion	pH	Vital- färbung %			Zitro- nen- säure mg	Fruc- tose mg %	GOT mlu/ml	Resistenzzeiten			Morphologie %	
				V	A	U					L	AS	T				NaCl Min	Va- rohm Std	TES- Tris Std	nor- male	ab- norme
1	16. 9.75	1.	61	45	5	50	231	14,09	89	7,1	6,2	18	20	46,0	16	42	37	24	96	74,0	26,0
2	7.10.75	1.	15	50	10	40	328	4,92	82	7,1	6,5	19	16	60,0	36	59	40	46	46	79,5	20,5
3	28.10.75	1.	45	92	2	6	220	9,90	87	6,9	82	7	11	22,0	32	42	27	25	71	76,5	23,5
4	17.12.75	1.	13	78	4	18	329	4,27	82	7,2	44	43	13	3,0	24	42	30	21	118	77,5	22,5
5	18.12.75	1.	30	83	7	10	148	4,44	71	7,2	61	27	12	5,5	28	41	50	31	95	82,0	18,0
6	7. 1.76	1.	28	79	10	11	311	8,70	83	7,0	66	22	12	4,3	29	46	45	28	87	79,5	20,5
7	8. 1.76	1.	18	83	8	9	298	5,36	81	7,3	73	17	10	6,5	25	39	40	32	92	77,0	23,0
8	13. 1.76	1.	42	85	10	5	178	7,49	79	7,1	75	20	5	3,7	30	37	55	37	111	81,0	19,0
	n = 8	X	31,5	74,3	7,0	18,6	255,3	7,3	81,7	7,1	66,0	21,6	12,3	18,8	27,5	43,5	40,5	30,5	89,5	78,3	21,6
		S	16,7	17,1	3,0	16,9	70,6	3,4	5,4	0,1	11,4	10,3	4,3	22,2	6,0	6,7	9,4	8,0	22,6	2,6	2,6

Tabelle 8 Hengst Nr. 7 "Caid", 7½-jährig

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wieviel-ter Sprung	Menge ml	Bewegungsintensität %			Dichte in 1000 pro μ l	Gesamt-spermienzahl in Mrd.	Trans-mission	Vital-färbung %		Zitronen-säure mg %	Fructose mg %	GOT μ U/ml	Resistenzzeiten		Morphologie %				
				V	A	U				pH	L				AS	T	NaCl rohm. Std.	Va-TES-Tris Std.	normale	abnorme	
1	2.10.75	1.	52	88	2	10	397	20,64	81	7,4	77	12	11	62,0	20	106	40	25	69	73,0	27,0
2	28.10.75	1.	42	79	10	11	321	13,50	78	7,2	67	21	12	56,0	22	121	36	22	58	68,0	32,0
3	28.10.75	2.	28	78	13	9	297	8,31	77	7,1	69	19	12	48,0	27	135	38	21	53	69,0	31,0
4	18.12.75	1.	31	80	10	10	165	5,11	80	7,4	72	20	8	12,9	19	105	45	26	68	72,0	28,0
5	7.1.75	1.	26	81	7	12	308	8,00	82	7,3	75	11	14	14,5	21	111	60	32	70	75,0	25,0
6	8.1.76	1.	30	85	6	9	350	10,50	79	7,0	77	12	11	9,7	22	98	58	35	72	74,0	26,0
7	8.1.76	2.	24	81	9	10	288	6,92	79	7,3	80	8	12	8,4	25	113	62	34	71	72,5	27,5
8	27.1.76	1.	35	79	14	7	381	13,33	83	7,1	76	15	9	9,5	19	87	65	36	86	74,5	25,5
n = 8		$\bar{X}$	33,5	81,3	8,8	9,7	313,3	10,7	79,8	7,2	74,1	14,7	11,1	27,6	21,8	109,5	50,5	28,8	68,3	72,2	27,7
		S	9,3	3,4	3,8	1,4	71,6	4,9	2,9	0,1	4,4	4,7	1,8	23,3	2,8	14,4	11,9	6,0	9,8	2,6	2,6

Tabelle 9 Hengst Nr. 8 "Cardinal Fleury", 7½-jährig

Lfd. Nr.	Datum der Unters.	Wieviel-ter Sprung	Menge ml	Bewegungs-intensität %			Dichte in 1000 pro μL	Gesamt-spermien-zahl in Wrd.	Trans-mis-sion	pH	Vital-färbung %			Zitro-nen-säure mg %	Fruc-tose mg %	GOT $\mu\text{U/ml}$	Resistenzzeiten		Morphologie %
				V	A	U					L	AS	T				NaCl Min. Std.	Va-rohm Std.	Ab-normale
1	8.10.75	1.	43	75	5	20	255	10,96	82	7,2	61	15	24	15,8	20	190	35	22	73
2	8.10.75	2.	29	68	10	22	125	3,64	76	7,0	55	26	19	22,5	42	107	30	21	65
3	28.10.75	1.	26	65	17	18	215	5,59	79	7,1	48	30	22	11,2	39	211	36	22	66
4	17.12.75	1.	31	70	14	16	342	10,61	83	7,1	53	26	21	8,9	40	129	41	26	71
5	18.12.75	1.	27	69	12	19	275	7,42	81	7,3	55	20	25	7,6	25	87	38	27	62
6	7.1.76	1.	39	70	9	21	289	11,29	80	7,2	63	17	20	6,8	27	98	45	38	75
7	8.1.76	1.	36	70	19	11	241	8,69	82	7,4	69	16	15	7,5	32	86	42	37	80
8	8.1.76	2.	25	73	12	15	196	4,95	78	7,2	70	18	12	4,8	26	82	43	42	67
9	13.1.76	1.	41	73	9	18	242	9,94	79	7,0	58	30	12	8,2	24	121	45	26	68
10	14.1.76	1.	22	69	10	21	291	5,40	76	7,0	60	25	15	5,7	24	267	48	31	72
11	20.1.76	1.	26	75	9	16	322	8,37	82	7,2	70	20	10	3,6	28	109	32	42	81
12	21.1.76	1.	24	70	8	22	346	8,30	80	7,1	65	14	21	5,8	26	98	38	36	75
13	27.1.76	1.	31	71	19	10	189	5,87	78	7,0	68	17	15	7,9	32	167	36	27	58
14	27.1.76	2.	29	73	15	12	221	6,42	79	7,1	71	16	13	2,8	25	132	43	38	72
15	28.1.76	1.	27	68	13	19	256	6,91	81	7,2	69	11	20	4,7	41	156	48	42	83
n = 15		X	30,4	70,6	12,0	17,3	253,8	7,6	79,7	7,1	62,3	20,0	17,6	8,2	30,0	136,0	40,0	31,8	71,2
S		S	6,4	2,7	4,1	3,9	60,2	2,3	2,1	0,1	7,3	5,9	4,7	5,0	7,1	53,2	5,5	7,8	7,0
																			2,3
																			2,3

5.2. Fruchtbarkeit der Hengste

Die Fruchtbarkeit der Hengste wurde anhand der Belegdaten aus dem Jahre 1976 und den Abfohlergebnissen des Jahres 1977 aus den Belegkarteien ermittelt.

Genaue Angaben liegen vor über die Anzahl gedeckter Stuten, die Standorte der Hengste während des Deckgeschehens mit Zeitangaben und die Anzahl lebend und tot geborener Fohlen.

Im Verlauf der Deckperiode wurden die Hengste in ihren Depot-Stationen und im Gestüt in Avenches zur Zucht verwendet. Vier Hengste mussten zusätzlich Stuten zum Decken übernehmen, die bereits von einem andern Hengst belegt wurden, aber nicht trächtig waren. Von zwei Hengsten mussten Stuten, die nicht trächtig wurden, an einen anderen Hengst abgegeben werden.

Die Abfohlrate in Prozent ausgedrückt wurde wie folgt erhalten:

$$\text{Abfohlrate in \%} = \frac{\text{Anzahl geborene Fohlen}}{\text{Anzahl gedeckte Stuten}} \times 100$$

Unter der Fruchtbarkeit eines Hengstes wird somit die Abfohlrate in Prozenten verstanden.

Tabelle 10

Standorte der Hengste, Anzahl gedeckte Stuten, Anzahl geborene Fohlen,
Abfohlrate und 95%-Vertrauensintervall

Hengste	1	2	3	4	5	6	7	8
Station	Capone de Louppy	Il Danse	Essot	Sirocco	Filon d'Or	Quai d'Orsay	Caid	Cardinal Fleury
Dauer (Tage)	Rümlang ZH 105	Crêt-du-Loche NE 109	Signy-Avenex VD 116	Gestüt	Sand BE 118	Diepold-sau SG 92	Cossonay VD 109	Sand BE 118
Anzahl Stuten auf Station  gedeckt übernommen abgegeben	48 - -	25 1 -	33 - 1	- - -	67 4 -	56 - -	34 1 -	49 1 2
im Gestüt  gedeckt übernommen abgegeben	- - -	2 - -	- - -	28 - -	1 - -	2 - -	- - -	1 - -
Total gedeckte Stuten	48	28	32	28	72	58	35	49
Anzahl geborene Fohlen lebend  männlich weiblich tot	19 10 1	9 8 1	9 10 2	10 7 -	31 17 3	11 15 -	6 16 3	12 10 -
Total geborene Fohlen	30	18	21	17	51	26	25	22
Abfohlrate (%)	62,5	64,3	65,6	60,7	70,8	44,8	80,6	44,9
95%-Vertrauensintervall (%)	47-76	44-81	47-81	41-79	59-81	32-58	63-93	31-60

5.3. Abhängigkeiten zwischen den untersuchten Merkmalen

5.3.1. Abhängigkeiten zwischen Spermaparametern

In den Abbildungen 2 und 3 sind die Abhängigkeiten zwischen Dichte und Transmission, sowie zwischen Bewegungsintensität U und Vitalfärbung T dargestellt.

Die Buchstaben A-H im Punktediagramm entsprechen den Hengstnummern 1-8.

Abbildung 2 Abhängigkeit zwischen Dichte
und Transmission

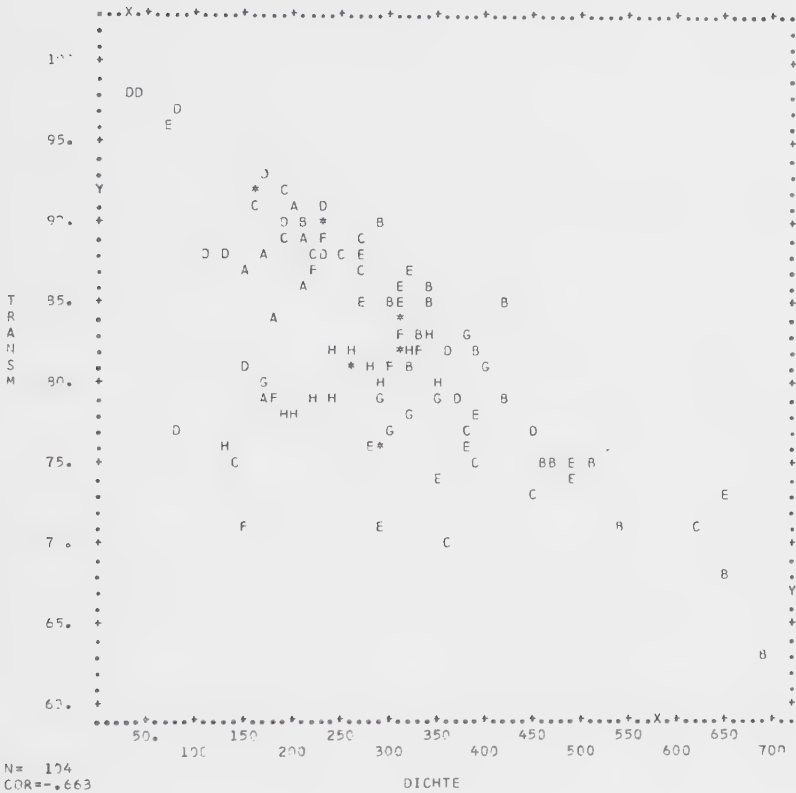
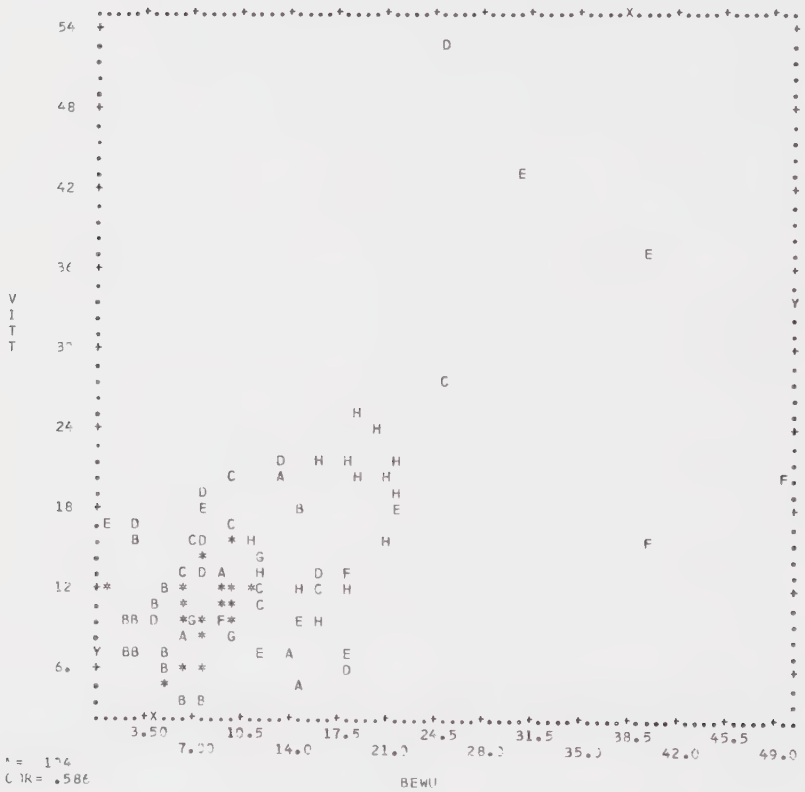


Abbildung 3 Abhängigkeit zwischen Bewegungs-
intensität U und Vitalfärbung T



Zur Erfassung der Unterschiede zwischen den Spermapustern der Hengste ist in Tabelle 11 die Klassifikationsmatrix aufgrund einer linearen Diskriminanzanalyse unter Berücksichtigung sämtlicher Spermaeigenschaften dargestellt.

Tabelle 11 Klassifikationsmatrix der Hengste (H) mittels einer linearen Diskriminanzanalyse

Hengste	%-richtige	1	2	3	4	5	6	7	8
1	87,5	(7)	o	o	o	o	o	o	1
2	76,5	o	(13)	o	o	2	o	2	o
3	93,8	o	o	(15)	o	o	o	o	1
4	87,5	o	o	o	(14)	o	2	o	o
5	68,8	o	1	o	o	(11)	2	o	2
6	75,0	o	1	o	o	1	(6)	o	o
7	87,5	o	o	o	o	o	o	(7)	1
8	93,3	o	o	o	o	o	o	1	(14)

Aufgrund der Abfohlrate in Prozenten (Tabelle 10) lassen sich drei verschiedene Fruchtbarkeitskategorien bilden:

Gruppe I : X 70 - 100 % (2 Hengste)

Gruppe II : O 50 - 69 % (4 Hengste)

Gruppe III : □ 0 - 49 % (2 Hengste)

Zur ersten Gruppe gehören "Filon d'Or" und "Caid", zur zweiten "Capone de Louppy", "Il Danse", "Essot", "Sirocco" und zur dritten "Quai d'Orsay" und "Cardinal Fleury".

In den Abbildungen 4-11 sind Mittelwerte und 95 %-Vertrauensintervalle ausgewählter Parameter, gegliedert nach Hengsten (1-8) und den oben beschriebenen Fruchtbarkeitsgruppen (X, O, □) dargestellt.

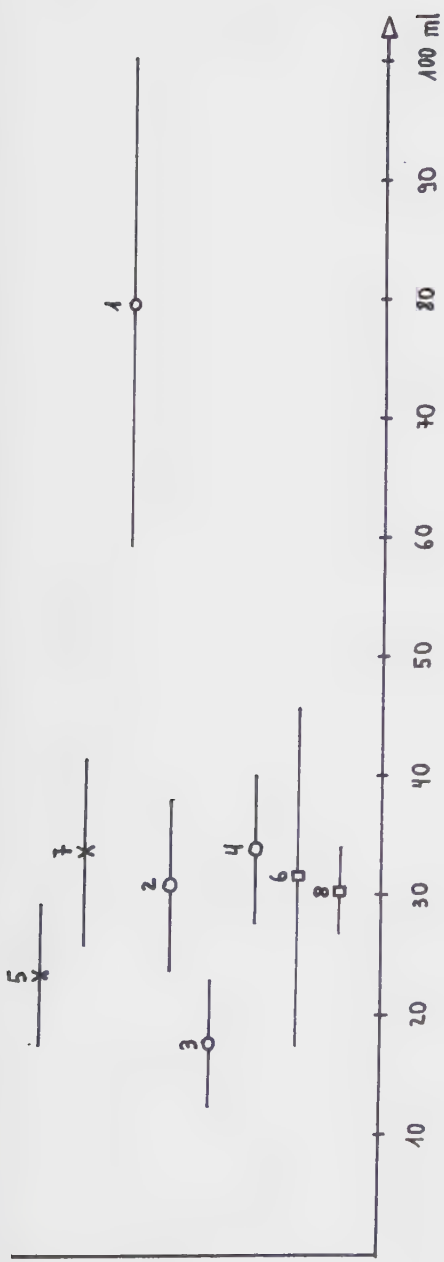


Abbildung 5 Bewegungsintensität V

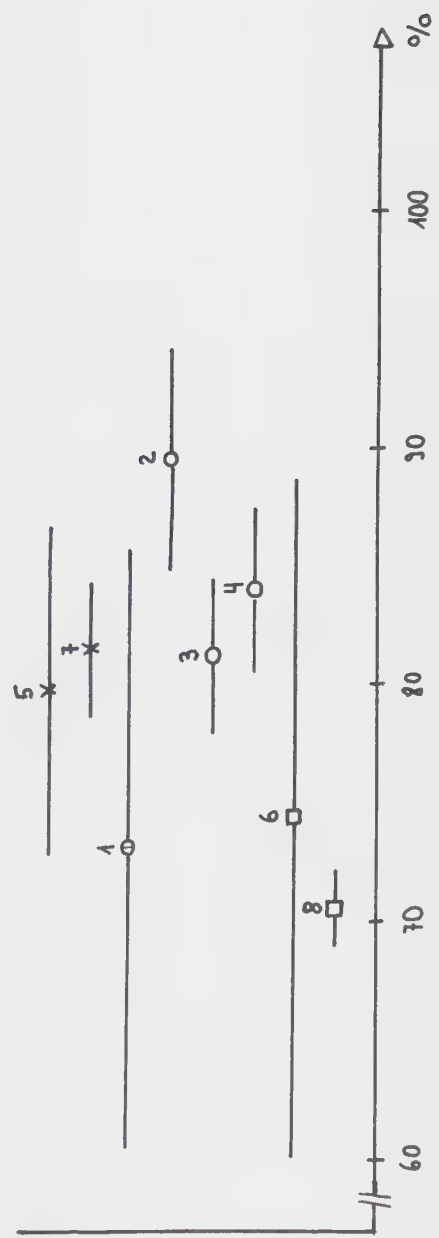




Abbildung 7 pH-Wert



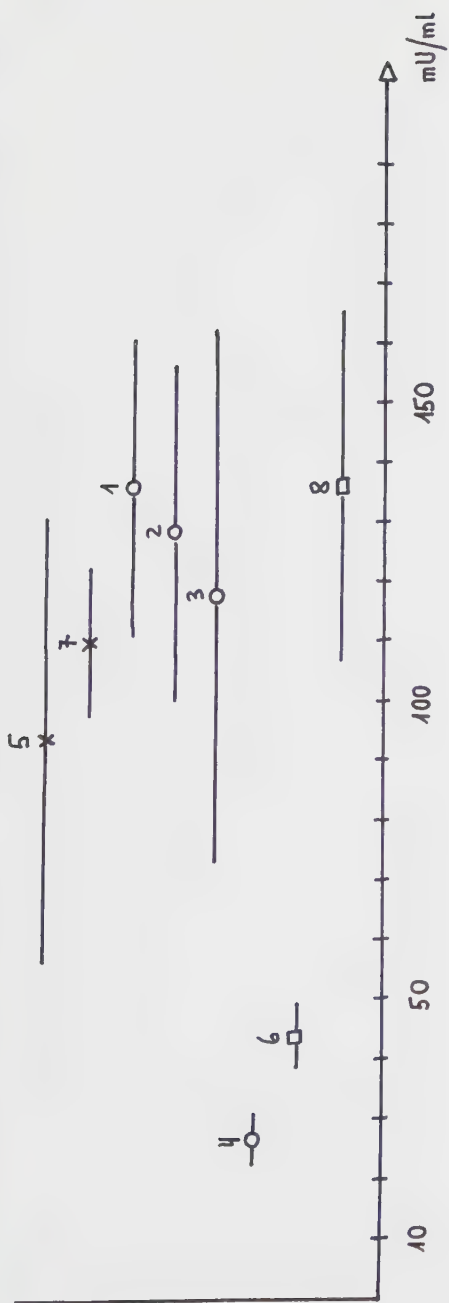


Abbildung 9 Vitalfärbung L

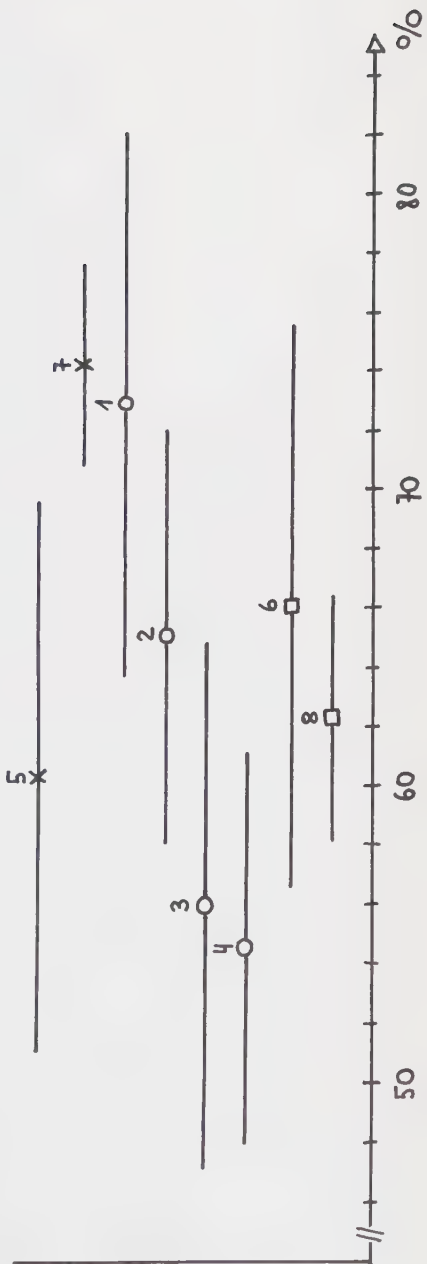




Abbildung 11 Morphologie normale



Tabelle 12 Mittelwertvergleichs ausgewählter Parameter zwischen den Hengsten und den Fruchtbarkeitsgruppen

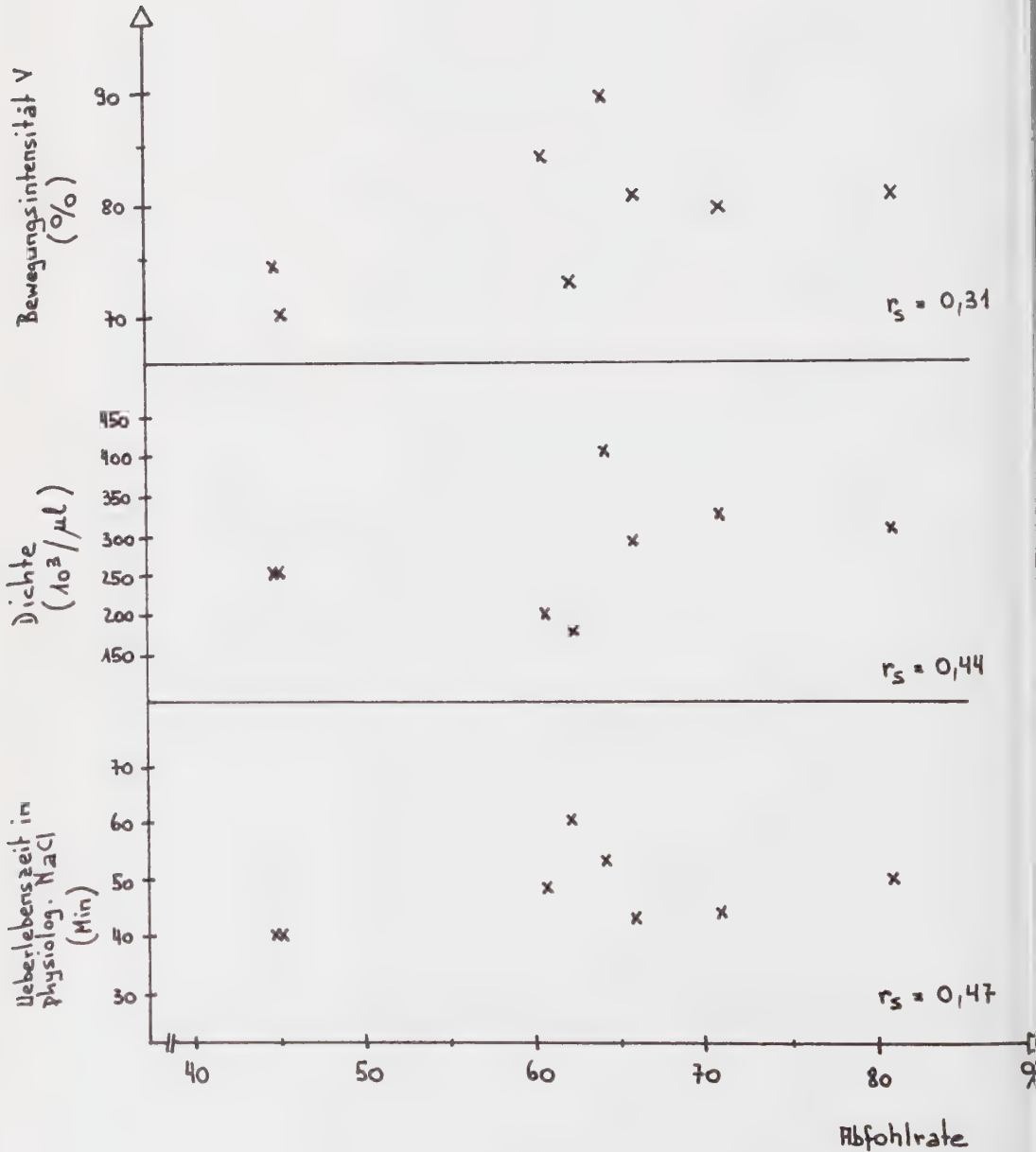
Parameter 1)	Gruppe I			Gruppe II			Gruppe III			Mittelwertvergleichs			
	H 5	H 7	H 1	H 2	H 3	H 4	H 6	H 8	Total	H 1-8	Gr I-II	Gr II-III	Gr I-III
Menge $\bar{x}$ (ml)	23,25	33,50	79,38	30,94	17,50	33,69	31,50	30,40	32,00	*	*	*	-
Bewegungsintensität $\bar{x}$ (%)	79,69	81,38	73,13	89,41	81,19	84,00	74,38	70,60	80,08	*	-	*	*
Dichte $\bar{x}$ (lo/ l)	327,44	313,37	179,13	410,88	292,50	200,56	255,37	253,80	287,53	*	-	-	-
pH $\bar{x}$	7,19	7,23	7,21	6,96	7,30	7,19	7,11	7,14	7,16	*	-	-	-
GOT $\bar{x}$ (mU/ml)	93,44	109,50	135,38	128,12	117,13	26,25	43,50	136,00	99,17	*	-	-	-
Resistenz NaCl $\bar{x}$ (Min.)	45,06	50,50	61,75	53,35	44,44	48,88	40,50	40,00	47,53	*	-	*	-
Morphologie normale $\bar{x}$ (%)	79,94	72,25	66,13	77,24	45,25	60,12	78,38	70,60	68,00	*	*	*	-

1) Stichprobenumfänge und Standardabweichungen s. Tabellen 2 - 9

* Vergleich der Mittelwerte: $P < 0,05$

Abbildung 12

Abhängigkeit zwischen der Abfohlrate und den Mittelwerten der Bewegungsintensität V , der Dichte und der Ueberlebenszeit in der physiologischen Kochsalzlösung



6. D i s k u s s i o n =====

Die Sameneigenschaften der Hengstejakulate sind rassenabhängig (8, 26, 27), werden durch die Jahreszeit (19, 25, 35), durch die Ejakulationsintervalle (3, 22), und durch die sexuelle Stimulierung und Vorbereitung (23) sehr stark beeinflusst. Selbst bei gleichen Voraussetzungen variiert die Samenqualität erheblich zwischen den einzelnen Individuen und beim selben Tier (18). Diese Befunde konnten auch bei unseren Erhebungen für schweizerische Verhältnisse ermittelt werden und sind nachfolgend diskutiert.

6.1. Laboruntersuchungen

6.1.1. Physikalische Untersuchungen

Menge

Die Menge des gelfreien Spermas, gemessen in ml, unterliegt bei den einzelnen Tieren erheblichen Schwankungen und hängt stark von der Rasse und der Jahreszeit ab, wobei vor allem in den Wintermonaten die Quantitäten geringer sind (26). Ebenfalls reduziert wird das Ejakulationsvolumen, vor allem der schleimige Anteil, durch eine intensive Deckbeanspruchung (30). In unseren Untersuchungen fanden sich

Werte zwischen 126 ml und 8 ml mit einem Mittelwert von 32 ml. Die niedrigen Werte stimmen mit anderen Autoren (18, 29, 31, 32), die zur gleichen Jahreszeit und an Warmbluthengsten Untersuchungen durchgeführt haben, überein. Die Ejakulatmengen werden deutlich grösser während der Decksaison, wobei Werte bei Warmbluthengsten zwischen 50 und 100 ml (13, 28) und in einer gemischten Population von Warm- und Kaltbluthengsten sogar 140 ml (21) gefunden wurden. Vollbluthengste zeigen deutlich geringere Ejakulatmengen (8, 27).

Beweglichkeit

Wenn in der Literatur von Beweglichkeit gesprochen wird, ist allein die Vorwärtsbeweglichkeit, in seltenen Fällen zusätzlich die Bewegung an Ort gemeint. Ihre Beurteilung hängt allerdings stark von der Objektivität, der Erfahrung des Untersuchers und der Verdünnungsflüssigkeit ab, weil es bei Anwendung von nicht optimalen Verdünnern zum sogenannten Verdünnungsschock kommen kann. Eine maximale Vorwärtsbewegung wurde bei "Il Danse" mit 97 % ($\bar{x}$ 89,4 %) (s. Tab.2) und ein Minimum bei "Capone de Louppy" mit 40 % ge-

funden. Trotz der erheblichen Schwankungen liegt der Mittelwert sehr hoch, nämlich bei 80 %. Ähnliche Resultate erhielten Mann et al. (18) in der gleichen Jahreszeit bei einem Ponyhengst (77 %) und einem Eselhengst (76 %), Bader (2) bei einem Warmbluthengst (70 - 80 %). Pickett und Voss (26) erhielten bei einem Quarterhorse Mittelwerte von 73 und 74 %, gemessen während einem ganzen Jahr. Im allgemeinen liegen die Angaben in der Literatur zwischen 50 und 65 % (8, 13, 21, 25, 28, 29, 31). Allein Schmidt und Heinrich (32) sprechen von 40 % Vorwärtsbeweglichkeit bei Warmbluthengsten, gemessen im November und Dezember. Diese niedrigen Prozentzahlen am Ende eines Jahres überraschen nicht, denn Pferde zeigen zu dieser Jahreszeit eine oft deutliche Fruchtbarkeitsdepression. Wegen der Deckruhe ist ferner der Anteil an gealterten Spermien ebenfalls erhöht.

Dichte und Gesamtspermienzahl

Um das Sperma als fruchtbar bewerten zu können, müsste es eine möglichst hohe Dichte aufweisen (9). "Il Danse", dessen Spermien ein Maximum an Beweglichkeit zeigten, brachte den höchsten Mit-

telwert von 410'000 Spermien pro μl . Der Durchschnitt sämtlicher Ejakulate ($n=104$) lag allerdings tiefer, nämlich bei 287'000 Spermien. Ähnliche Untersuchungsergebnisse bei Warmblut-
hengsten, gemessen kurz vor der Decksaison erhielt Schäfer (30), gezählt mit einer Blutzählkammer. Andere Autoren (29, 31) (ohne Angabe der Untersuchungsmethode) sprechen von Dichtewerten zwischen 550'000 und 700'000 Spermien/ μl , bezeichnen diese Ergebnisse aber als überdurchschnittlich. Schmidt und Heinrich (32) erhielten Dichtewerte von 240'000 Spermien pro μl , gemessen mit einem Spermiometers. Pickett et al. (25, 26), die während eines ganzen Jahres zu verschiedenen Zeiten Hengstejakulate untersuchten, ermittelten mit einem Spektrophotometer Werte von 347'000 und 282'000/ μl . Bader und Mahler (2) erhielten, ohne die Untersuchungsmethode anzugeben, durchschnittliche Dichtewerte von 140'000 Spermien/ μl , allerdings gemessen im Gesamtejakulat (mit Gel-Anteil).

Der in unseren Untersuchungen ermittelte durchschnittliche Dichtewert von 287'000 Spermien pro μl stimmt fast ausnahmslos mit den Ergebnissen

anderer Autoren überein, die in den Monaten November bis Januar Ejakulatsuntersuchungen durchgeführt haben. Die unterschiedlichen Untersuchungstechniken führen zum selben Ergebnis. Wie die Ejakulatmenge und die Beweglichkeit der Spermien, erfährt auch die Dichte eine jahreszeitliche Schwankung mit einem Minimum im Monat Dezember (26).

Die Gesamtspermienzahl ist abhängig von der gemessenen Spermamenge und der Dichte, und unterliegt demzufolge jahreszeitlichen Schwankungen. Diese Werte entsprechen Untersuchungen derjenigen Autoren, die während eines ganzen Jahres Hengstsamen untersuchten (25, 26).

In unseren Untersuchungen (gemessen vom September bis Januar) bewegen sich die Werte zwischen 24,7 Mrd. und 800 Mio Spermien mit einem Mittel von 8,6 Mrd.

Transmission

Es ist nicht sinnvoll, die ermittelten Werte der Transmission isoliert zu betrachten. Die Fähigkeit eines Spermas, mehr oder weniger

Licht durchzulassen, oder Licht zu absorbieren, hängt mit seiner Beschaffenheit zusammen. Je dichter ein Ejakulat ist, desto weniger Licht kann durchdringen. Die Dichte eines Ejakulates wird bestimmt durch die vorhandene Zellzahl (Spermien, Zellen aus den akzessorischen Anhangsdrüsen, Fremdzellen aus dem Harnapparat, ev. Blutzellen), durch Fremdbeimengungen (z.B. Farbstoffe) und durch das Spermagel. Die wichtigsten, festen Bestandteile eines gelfreien Spermas sind zweifellos die Spermien. Wären neben dem flüssigen Anteil nur Spermien im Ejakulat, müsste die Transmission in einer direkten Abhängigkeit zur Dichte stehen. Abbildung 2 zeigt, dass eine Abhängigkeit zwischen der Dichte und der Transmission existiert (Korrelationskoeffizient $r = -0,66$).

Durch die verschiedenartigen Fremdbeimengungen und vor allem durch die Gelanteile des Hengst-Spermas wird das Bild der linearen Lichtabsorption jedoch gestört.

6.1.2. Chemische Untersuchungen

pH-Wert

Bei der Beurteilung von pH-Werten ist zu berücksichtigen, dass der pH eines zweiten Ejakulates, das in kurzer Folge auf ein erstes genommen wurde, immer höher ist (26). Die pH-Werte unserer Untersuchung liegen zwischen 6,8 und 7,6. Die niedrigsten Werte finden sich bei "Il Danse" mit einem Durchschnitt von pH 6,9 (Tab. 2). Dabei muss festgehalten werden, dass dieser Hengst bereits mit einem hohen Beweglichkeitsprozentsatz und der grössten Dichte aufgefallen ist.

Der mittlere pH-Wert sämtlicher Hengste beträgt 7,15. Beim Vergleich der Literatur (13, 29, 30, 31) zeigt sich, dass tiefe Werte in Wintermonaten, vor und während der Decksaison gefunden wurden. Bei Untersuchungen nach der Decksaison und über das ganze Jahr gemessen, erhielten verschiedene Autoren (8, 25, 26) Werte von 7,2 bis 8,0.

Wenn der pH-Wert eines zweiten Ejakulates, das kurze Zeit auf ein erstes gewonnen wurde, immer höher ist, muss das erste Ejakulat als unvollständig oder abnorm betrachtet werden. Zum Bei-

spiel kommt es nicht selten vor, dass der pH-Wert des ersten Ejakulates eines jungen Hengstes extrem niedrig ist und von einer unvollständigen Ejakulation herrührt.

Unter diesen Umständen wird der pH-Wert zu einem sehr brauchbaren Kriterium für die Spermabeurteilung. Der pH-Wert der Sekrete der akzessorischen Geschlechtsanhangdrüsen, mit Ausnahme des Ductus epididymidis, liegt bei 8,0. Deshalb nimmt der pH-Wert des Spermas bei schnell aufeinanderfolgenden Ejakulationen zu.

Lebend/Tot-Färbung

Die Lebend/Tot-Färbung der Spermien wird bei der Untersuchung von Bullensamen als Kriterium toter und absterbender Samenzellen herangezogen. Bei unseren Untersuchungen über Hengstejakulate hat sich gezeigt, dass die Lebend/Tot-Färbung nur bedingt als Hilfsmittel zur Verifizierung der Spermienbeweglichkeit herangezogen werden darf, denn einerseits weisen gerade Hengste mit einem guten Beweglichkeitsprozentsatz ("Il Danse" 84 %, "Sirocco" 89 %) einen geringen Anteil lebender Spermien bei der Färbung auf. Andererseits muss berück-

sichtigt werden, dass "Il Danse" auch den geringsten Anteil an toten Spermien in der Lebend/Tot-Färbung bringt.

Eine Abhängigkeit zwischen den sich vorwärts bewegendem und den ungefärbten Samenzellen resp. zwischen den sich abnorm bewegendem und den sich zum Teil gefärbten Spermien wurde nicht festgestellt.

Es blieben also zu wenig Spermien ungefärbt, oder es wurde eine zu hohe Vorwärtsbeweglichkeit resp. Abnormbeweglichkeit geschätzt. Aufgrund der Anzahl nicht gefärbter Spermien kann also nicht auf die Vorwärtsbeweglichkeit der Samenfäden geschlossen werden.

Abbildung 3 zeigt die Abhängigkeit zwischen den unbeweglichen und den sich total gefärbten (toten) Spermien (Korrelationskoeffizient $r = 0,59$).

Die Untersuchung der Beweglichkeit hängt stark von der Erfahrung und der Objektivität des Untersuchers, vom Verdünnungsmedium und vom Verdünnungsschock ab. Nicht zuletzt muss festgehalten werden, dass dieser Untersuchungswert nicht

gemessen wird, sondern auf einer Schätzung beruht, was schnell zu einem verfälschten Resultat führen kann.

Bei der Färbung werden die Samenzellen mechanischen (Vermischung, Ausstrich) und chemischen (Farbe) Beanspruchungen ausgesetzt, was zum Absterben der Spermatozoen führt.

Fructose

Die Untersuchungen auf Fructose zeigen Werte zwischen 16 und 44 mg %. Zwischen einem minimalen mittleren Fructosegehalt beim Hengst "Caid" mit 21,8 mg% und einem maximalen Gehalt von 34,6 mg% bei "Filon d'Or" resultiert ein Durchschnittswert sämtlicher 104 Ejakulate von $31,4 \pm 6,8$ mg%. Diese Werte sind verglichen mit denjenigen von Mann et al. (18) sehr hoch. Sie fanden bei zwei 2- und 5-jährigen Welsh Pony Hengsten und zwei 10- und 12-jährigen Eselhengsten in der Zeit von November bis Februar Werte von 2,07 mg% resp. 3,2 mg%. Diese Werte werden aber selbst von den Autoren als sehr gering bezeichnet.

Die Produktion und Ausschüttung von Fructose ist abhängig von der Funktion der Samenblase, die ih-

rerseits durch Testosteron stimuliert wird. Die Bildung von Testosteron unterliegt jahreszeitlichen Schwankungen, wobei Höchstwerte im Sommer und Mindestwerte im Winter erzielt werden (4). Demzufolge sind die erhaltenen Fructosewerte Minimalwerte.

Zitronensäure

Neben sehr hohen Werten von 62 mg% bei "Caid" konnten auch niedrige Werte ("Sirocco" 1,8 mg%) gefunden werden. Der Durchschnittswert sämtlicher Ejakulate liegt bei 12,4 mg%, wobei die Einzelwerte von 6,7 bis 27,6 mg% variieren. Es fällt auf, dass in den Monaten September und Oktober die Werte höher waren als in den Wintermonaten Dezember und Januar. Dieses Phänomen erklärt sich damit, dass die Zitronensäure aus der Samenblase stammt, und die Ausschüttung direkt mit der Testosteroninkretion des männlichen Tieres zusammenhängt. Biochemische Untersuchungen der Ejakulate finden sich in der Fachliteratur selten. Einerseits gibt Mann (17) den Zitronensäuregehalt des Spermas eines Shetland Pony's mit 26,1 mg% an, andererseits führt derselbe Autor

Werte von 1,79 mg% bei Welsh Ponies und 6,0 mg% bei Eselhengsten an (18).

GOT

Aufgrund des primär intrazellulären Vorkommens, wurde die GOT als Indikatorenzym für auf die Samenzelle einwirkende Schädigungen benützt. 1974 wurden erstmals von Hillmann und Treu (14) GOT-Messungen im Hengstsamen durchgeführt, und sie fanden in den Monaten August bis Februar Nativsperma-Werte zwischen 9,0 und 130 mU/ml; dabei ist das GOT-Vorkommen im extrazellulären Medium des Nativspermas von der Spermienanzahl, der Art und dem Anteil morphologisch abweichender Samenzellen und dem in den Spermien total vorhandenen, individuell verschiedenen GOT-Gehalt abhängig. Die Angabe eines Normalwertes schien ihnen nicht sinnvoll, da der Anteil morphologisch abweichender Samenzellen in ihrem Material sehr hoch war. In unseren Untersuchungen finden sich Werte zwischen 14 und 372 mU/ml, mit einem Durchschnittswert sämtlicher Ejakulate von 99 mU/ml.

In unseren Untersuchungen konnten keine Abhängigkeiten zwischen der GOT und anderen Spermaeigenschaften festgestellt werden.

6.1.3. Morphologische Untersuchungen

Die Untersuchung der Spermien hinsichtlich morphologischer Beschaffenheit hat eine grosse Bedeutung für die Beurteilung der Fruchtbarkeit (9). In unseren Untersuchungen fanden sich bei allen Hengsten im Durchschnitt 32 % abnorme Spermien (Primär- und Sekundärdefekte). Mit einer Ausnahme ("Essot" 54 %) bewegen sich die Werte für abnorme Spermien zwischen 20 und 40 %, was Bader und Mahler (2) ebenfalls gefunden haben. Im allgemeinen wurden 1/3 Primär- und 2/3 Sekundärdefekte konstatiert; bei "Essot" als Ausnahme war dieses Verhältnis umgekehrt. Der Anteil von 71 bis 74 % unveränderter Spermien liegt im Normalbereich (29, 34). Rassenunterschiede, das Alter der Hengste sowie die Fütterung beeinflussen die Zahl der abnormen Spermien nicht. Schuch (34) ist der Ansicht, dass für das Auftreten abnormer Spermien erblich be-

dinge, klinisch meist nicht erkennbare Störungen verantwortlich zu machen sind, da Umwelteinflüsse (Fütterung, übertriebene Geschlechtsbeanspruchung) kein vermehrtes Auftreten pathologischer Formen zur Folge hätte. Die morphologische Gestalt der Spermien zeigt auch eine auffallend grosse Resistenz gegenüber Hitze, Säuren und Alkohol.

6.1.4. Ueberleben von Spermien in verschiedenen Medien

NaCl (0,95 %)

Die gemessenen Resistenzzeiten in der physiologischen Kochsalzlösung liegen zwischen 20 und 85 Minuten, die Mittelwerte zwischen 40 ("Quai d'Orsay") und 61 Minuten ("Capone de Louppy"), wobei "Il Danse" mit einem Sperma die Spitze von 85 Minuten erreichte. Eine durchschnittliche Ueberlebensdauer wurde bei 47 Min. gefunden. Münzhuber (21) erhielt einen Durchschnittswert von 41 Minuten, gemessen bei einer gemischten Warm- und Kaltblutpopulation in der Zeit von März bis Juli. Physiologische Kochsalzlösung ist eine sehr ungünstige Verdünnungsflüssigkeit für Sper-

ma; das schlechte Milieu dient aber als guter Parameter, um Spermien bezüglich ihrer Widerstandskraft zu charakterisieren.

Varohm-Verdünner

Die Spermien weisen in diesem Verdünnermilieu Ueberlebenszeiten zwischen 17 und 82 Stunden auf. Die durchschnittliche Ueberlebensdauer der Spermien aller untersuchten Ejakulate liegt bei 36 Stunden. Extreme Werte finden sich bei "Il Danse" (45 Std.) und "Caid" (28 Std.). Die Spermien von "Il Danse" zeigen sowohl im NaCl-Resistenztest, als auch im Varohm-Verdünner gute Resultate, was auf eine hohe Widerstandskraft der Spermien hindeutet.

TES-Tris-Verdünner

Bekannt von der Tiefgefrierung von Bullensperma, eignet sich dieser Verdünner gut als Konservierungsmittel für Hengstejakulate, blieben doch Spermien bis fast 6 Tage lebensfähig. Bei dieser Untersuchung zeichneten sich wiederum die Spermien von "Il Danse" (93 Std.) aus, die zusammen mit denjenigen von "Filon d'Or" die beiden höchsten durchschnittlichen Ueberlebenszeiten erreich-

ten. Die niedrigsten Werte brachten "Capone de Louppy" und "Caid" mit 61 resp. 68 Stunden. Die durchschnittliche Ueberlebensdauer sämtlicher Ejakulate lag bei $83\frac{1}{2}$ Stunden.

6.1.5. Spermamuster der Hengste

Die Klassifikationsmatrix (Tab. 11) zeigt eine eindeutige Zuordnung der Ejakulate zu den einzelnen Hengsten mit einer Richtigklassifizierung zwischen 68,8 und 93,8 %. Jeder Hengst weist somit ein für sich charakteristisches Spermamuster auf. Die Bedeutung der Variablen für die Zuordnung der Ejakulate geht aus folgender Reihenfolge hervor: Anzahl der morphologisch abnormen Spermien, Menge, GOT, Vorwärtsbeweglichkeit, Zitronensäure, Fructose, Ueberlebenszeiten im TES-Tris-Verdünner.

6.2. Fruchtbarkeit der Hengste

Aus der Tabelle 10 geht hervor, dass die Hengste mit Ausnahme von "Sirocco" (keine Angaben über die Dauer des Deckgeschäftes) in einem Zeitraum

zwischen 92 und 118 Tagen Stuten belegt haben. Pro Hengst wurden zwischen 28 und 72 Stuten gedeckt.

Die angegebenen Abfohlraten dürfen als gut angesehen und als charakteristisch für jeden einzelnen Hengst gewertet werden. Es trifft nicht zu, dass jene Tiere, die viele Stuten gedeckt haben, eine geringere Abfohlrate aufweisen, als jene, die wenige belegt haben. Die Anzahl tot geborener oder abortierter Fohlen ist nicht von der Anzahl gedeckter Stuten abhängig.

Tabelle 12 zeigt zusammen mit den Abbildungen 4 - 11 Mittelwerte ausgewählter Parameter und die Vergleiche zwischen den untersuchten Hengsten und den Fruchtbarkeitsgruppen. Auffallende Unterschiede können bei den einzelnen Hengsten bei sämtlichen aufgeführten Parametern festgestellt werden. Zwischen den Fruchtbarkeitsgruppen allerdings sticht nur der Vergleich zwischen den Gruppen II und III heraus, wo vier Parameter deutlich voneinander abweichen. Nur geringe Unterschiede finden sich bei den Mittelwertsvergleichen zwischen den Gruppen I und II resp. I und III.

Die gefundenen Unterschiede sind nicht gerichtet, es kann keine Reihenfolge nach Fruchtbarkeitsklassen gebildet werden, weil innerhalb der Gruppen eine deutliche Inhomogenität der Parametermittelwerte existiert.

Eine Abhängigkeitstendenz zur Abfohlrate zeigen die Bewegungsintensität V ($r_s=0,31$), die Dichte ($r_s=0,44$) und die Ueberlebenszeit in der physiologischen Kochsalzlösung ($r_s=0,47$) (Abb. 12).

7. S c h l u s s f o l g e r u n g e n

=====

7.1. Allgemeines

Die Spermagewinnungsmethoden bei Pferden wurden in den letzten Jahren bei Verwendung eines Phantoms so optimiert, dass mittels künstlicher Scheide ein ungeschädigtes Sperma erhalten werden kann. Natürlich spielt beim Absamungsgeschehen die spezielle Vorbereitung und Stimulierung des männlichen Tieres eine erhebliche Rolle, was aber mit künstlichen Massnahmen ebenso erzielt werden kann, wie unter natürlichen Bedingungen. Sollten sich bei diesem Verfahren trotzdem Hengste finden, die weder ein Phantom als Sprungpartner noch künstliche Stimulierungsversuche akzeptieren, wird es notwendig sein, eine ruhige rossige Stute als Partner zu verwenden. Um das gewonnene Ejakulat fachgerecht und hinsichtlich verschiedener Parameter objektiv beurteilen zu können, ist jedoch ein gut eingerichtetes Laboratorium vonnöten. Allerdings besteht die Möglichkeit, Untersuchungen, die unmittelbar an die Gewinnung anschliessen sollten, auch in der Praxis unter einfachen Bedingungen und mit geringen technischen Hilfsmitteln auszuführen (z.B. Beweglichkeitsprüfungen). Die weitere Beurteilung und zu-

sätzliche z.B. chemische Untersuchungen lassen sich dann ohne Zeitdruck in einem speziellen Labor ausführen.

Mehrheitlich ist es daher ohne besondere Schwierigkeiten möglich, bei Hengsten Ejakulate zu gewinnen, welche sich für eine mikroskopische sowie chemisch-physikalische Untersuchung zur Umschreibung der Befruchtungsfähigkeit eignen. Darüber hinaus können derart auch qualitativ einwandfreie Ejakulate für die Samenkonservierung erhalten werden.

7.2. Spermagewinnung und Untersuchung unter Praxisverhältnissen

Grundsätzlich ist es möglich, eine ausreichende Anzahl von Ejakulatparametern zu untersuchen, welche für eine Qualitätsbeurteilung notwendig sind. Voraussetzung dafür sind geeignete technische Hilfsmittel.

Sofort nach der Ejakulatgewinnung müssen diejenigen Parameter gemessen oder in einer Versuchsanordnung angesetzt werden, deren Werte durch die Abkühlung und Aufbewahrung des Samens eine

Veränderung erfahren. In erster Linie handelt es sich dabei um die Motilität, den pH-Wert, die Lebend/Tot-Färbung und die Resistenztests, in zweiter Linie um die Spermamenge (Aufteilung des Ejakulates für verschiedene Untersuchungen) und die Vorbereitung der chemischen Proben. Für die sofortige Bearbeitung des Samens sind nur wenige technische Hilfsmittel notwendig.

In vorliegender Arbeit wurden 14 verschiedene Charakteristika untersucht und geprüft. Davon dürfen einige als wertvoll angesehen werden, andere sind weniger brauchbar.

7.3. Abhängigkeiten zwischen Spermaeigenschaften und der Abfohlrate

Nicht alle untersuchten Spermaeigenschaften eignen sich dazu, über die Fruchtbarkeit eines Hengstes Aussagen zu machen. Eine Konzentration ergibt sich vor allem auf diejenigen Parameter, die unmittelbar eine Auskunft über die lebenden Zellen, die Spermien, vermitteln. So sollte bei der Fruchtbarkeitsbeurteilung die Zahl der Spermien, ihr morphologisches Aussehen, die Beweglichkeit im Samenplasma und ihre Resistenz gegenüber ejaku-

latfremden Medien im Vordergrund stehen. Eine eher untergeordnete Rolle spielen Parameter des Seminalplasmas, die mehr eine Auskunft über die Geschlechtsanhangdrüsen geben; die wichtigsten sind der Zitronensäure- und Fructosegehalt sowie der Säuregrad des Spermas.

Aufgrund der Erfahrung bieten sich für die Fruchtbarkeitsbeurteilung folgende Parameter an: Menge, Bewegungsintensität V, Dichte, pH, GOT, Ueberlebenszeit in physiologischer Kochsalzlösung und die Anzahl morphologisch normaler Spermien. Die statistischen Auswertungen über Mittelwertsvergleiche (Tab. 12) zwischen den verschiedenen Fruchtbarkeitsgruppen und die Korrelationsrechnungen (Abb. 12) haben gezeigt, dass keine signifikanten Abhängigkeiten zwischen den untersuchten Sameneigenschaften und der Abfohlrate bestehen.

Eine gewisse Abhängigkeitstendenz lassen diejenigen Sameneigenschaften erkennen, deren Rangkorrelationskoeffizienten zur Abfohlrate grösser als 0,3 sind; es handelt sich dabei um die Vorwärtsbeweglichkeit ($r_s=0,31$), die

Dichte ($r_s=0,44$) und die Ueberlebenszeit in physiologischer Kochsalzlösung ($r_s=0,47$).

Von einem Hengst darf eine Fruchtbarkeit von 65 % und mehr erwartet werden, sofern 80 % seiner Spermien eine geradlinige Vorwärtsbewegung zeigen, mindestens 300'000 Spermien pro μl Ejakulat vorhanden sind, und die Samenfäden mehr als 45 Minuten in physiologischer Kochsalzlösung vorwärtsbeweglich sind.

8. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Untersuchung von verschiedenen Spermaeigenschaften und ihren Abhängigkeiten zur Abfohlrate unter Praxisbedingungen. Veranlassung dazu war die Forderung, aufgrund der Untersuchung der Samenflüssigkeit, eine Aussage über die Fruchtbarkeit eines Hengstes zu machen.

Es wurden insgesamt 104 Ejakulate von acht verschiedenen Hengsten der Warmblutrasse untersucht. Neben den herkömmlichen Parametern in der Spermaurteilung (Beweglichkeit, Dichte, Morphologie und 0,95%-NaCl-Resistenzzeit) wurden auch Kriterien der chemischen Beschaffenheit des Spermas und weitere Resistenztests in anderen Verdünnungsflüssigkeiten herangezogen sowie die Abfohlrate erfasst.

Die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Parameter stimmen mit kleinen Abweichungen (saisonale Schwankungen, andere Pferderassen) mit denjenigen anderer Autoren überein. Zur Beurteilung der Fruchtbarkeit liess sich nur eine kleine Auswahl

aus den vielen Parametern heranziehen, nämlich die Dichte, die Bewegungsintensität V und die Ueberlebenszeit in der physiologischen Kochsalzlösung.

Es liegen rechnerisch keine signifikanten Abhängigkeiten irgend eines Parameters zur Abfohlrate vor.

Wenn aber 80 % der Spermien eine geradlinige Vorwärtsbewegung zeigen, 300'000 und mehr Spermien im μl gezählt werden, und die Samenfäden während mehr als 45 Minuten in physiologischer Kochsalzlösung lebensfähig und vorwärtsbeweglich bleiben, so darf von entsprechendem Hengst eine Fruchtbarkeit von mehr als 65 % erwartet werden.

9. L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

=====

- 1) Bader, H. und Hüttenrauch, O. (1966): Fraktionierung Ejakulatgewinnung beim Hengst. DTW 73, 547-548
- 2) Bader, H. und Mahler, R. (1968): Tiefgefrier- und Besamungsversuche mit Hengstsperma unter Anwendung des Pelletverfahrens. Zuchthyg. 3, 6-13
- 3) Bielanski, W. (1964): Comparison of the number of spermatozoa in the successive ejaculates during depletion tests in stallions, rams and bulls. V Internal. Congr. Anim. Reprod. and A.I. 3, 645.
- 4) Byers, S.W., Dowsett, K.F. und Glover, T.D. (1979): Seasonal changes of LH, FSH and Testosteron in stallions and their relationship to semen quality. ASRB, Perth
- 5) Cutler, R.S. (1974): The fertility of stallions. The veterinary record Januar 19, 55.
- 6) Dagley, S. (1955): Citrat: UV-spektrophotometrische Bestimmungen. In: Methoden der enzymatischen Analyse. Hersg. Bergmeyer. 2. Aufl. Bd. III, 1520-1527.
- 7) Dixon, W.J. und Brown, M.B. (1977): BMDP, Biomedical Computer Programs. University of California Press, Berkeley.
- 8) Gebauer, M.R., Pickett, B.W. und Swierstra, E.E. (1974): Reproductive physiology of the stallion. II Daily production and output of Sperm. J. Anim. Sci. 39, 732-736.

- 9) Götze, R. (1949): Besamung und Unfruchtbarkeit der Haussäugetiere. Verlag M.u.H. Schaper, Hannover.
- 10) Haag, M. (1959): Determination of the approximate sperm concentration of horse semen with the spectrophotometer. J. Amer. vet. med. Ass. 134, 314-317.
- 11) Hamper, P. (1951): Die fraktionierte Gewinnung des Hengstejakulates. Vet. Diss. Hannover.
- 12) Hendrikse, J. (1966): The semen of stallion of normal fertility. Tijdschr. Diergeneesk. 91, 300-313.
- 13) Hess, R., Schäfer, W., Schmidt, D. und Baum, W. (1968): Versuche zur Pelletierung von Hengst sperma. Fortpfl. Haust. 4, 207-214.
- 14) Hillmann, K.H. und Treu, H. (1974): Zum Vorkommen der Glutamat-Oxalacetat-Transaminase im Hengst semen und ihre Beziehungen zu anderen Eigenschaften des Spermas. Zuchthyg. 9, 129-136.
- 15) Komarek, R.J., Pickett, B.W., Gibson, E.W. und Lanz, R.N. (1965): Composition of lipids in stallion semen. J. Reprod. Fertil. 10, 337-342.
- 16) Linder, A. (1964): Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser, Basel.
- 17) Mann, T. (1964): The biochemistry of semen and of the male reproduction tract. London Methuen & Co Ltd. New York John Wiley & Co Sons Inc.
- 18) Mann, T., Minotakis, C.S. und Polge, C. (1962): Semen composition and metabolism in the stallion and jackass. J. Reprod. Fert. 5, 109-122.

- 19) Mann, T., Leone, E. und Polge, C. (1956): The composition of the stallion's semen. J. Endocrin. 13, 279-285.
- 20) Mac Leod, J. und Mc Gee, W.R. (1950): The semen of Thoroughbred. Cornell Vet. 40, 233-248.
- 21) Münzhuber, R. (1950): Untersuchungen von Hengst-ejakulaten. Vet. Diss. Hannover.
- 22) Pickett, B.W., Gebauer, M.R. und Swierstra, E.E. (1971): Effects of ejaculation frequency on equine semen. J. Anim. Sci. 3, 264 (Abstr.)
- 23) Pickett, B.W., Voss, J.L. und Gebauer, M.R. (1973): The effect of teasing on stallion seminal characteristics. J. Anim. Sci. 37, 324 (Abstr.)
- 24) Pickett, B.W., Gebauer, M.R., Seidel, G.E. und Voss, J.L. (1974): Reproductive physiology of the stallion. Spermatozoal losses in the collection equipment and gel. JAVMA 165 Nr. 8, 708-710.
- 25) Pickett, B.W., Faulkner, L.C. und Sutherland, T.M. (1970): Effect of month and stallion on seminal characteristics and sexual behaviour. J. Anim. Sci. 31, 713-728.
- 26) Pickett, B.W. und Voss, J.L. (1972): Reproductive management of the stallion. Proc. 18th Annual Am.Ass. Equine practiv 501-531.
- 27) Rüther, W. (1949): Dehydrierungsaktivität und pH-Messungen bei Hengstsperma. Vet. Diss. Hannover.

- 28) Schäfer, W. (1962): Versuche zur künstlichen Besamung bei Pferden. Zuchthyg. 6, 254-261.
- 29) Schäfer, W. und Baum, W. (1968): Die Anwendung der Spermatiefgefrierung in der Pferdebesamung. Fortpfl. Haust. 4, 201-206.
- 30) Schäfer, W. und Baum, W. (1963): Untersuchungen über den Einfluss der Dauer der Sexualpause auf die Spermabeschaffenheit bei Besamungshengsten. Zuchthyg. 7, 382-386.
- 31) Schäfer, W. und Baum, W. (1964): Tiefgefrierung von Pferdesperma bei -79° C unter Verwendung von CO_2 - Eis. Fortpfl. Haust. 1, 105-111.
- 32) Schmidt, D. und Heinrich, A. (1971): Konservierung und Einsatz von Hengstsperma in Pelletform. Fortpfl. Haust. 7, 94-99.
- 33) Schmitz, B. (1958): Untersuchungen über den Anfangsgehalt an Fructose im Bullensperma. Vet. Diss. Giessen.
- 34) Schuch, H. (1949): Morphologische Untersuchungen des Hengstspermas. Vet. Diss. Hannover.
- 35) Skinner, J.D. und Bowen, J. (1968): Puberty in the Welsh stallion. J. Reprod. Fertil. 16, 133-135.
- 36) Sullivan, J.J., Parker, W.G., Larson, L.L. und Turner, P.C. (1972): Some aspects of reproduction in the horse and present status of artificial insemination with frozen stallion semen. Symposium on Reprod. in Cattle and Horses Mich. State Univ. 26.

- 37) Van Duijn, Jr.C. (1968): Seminal characteristics and fertility of stallion.
VIe Cong. Intern. Reprod. Anim. Insem. Artif.
Paris, 2, 1565-1567.
- 38) Wagner, H. (1959): Die künstliche Besamung des Pferdes im Schrifttum. Vet. Diss. Giessen

Allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, sei an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Zerobin für die Ueberlassung des Themas und für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Ein Dankeswort gehört Herrn Dr. H. Leuenberger, Direktor des Gestütes in Avenches, der mir die Sammlung des Untersuchungsmaterials ermöglichte.

Für die umfangreiche Hilfe in der statistischen Bearbeitung meiner Untersuchungsergebnisse danke ich Herrn Dr. E. Eggenberger bestens.

Curriculum vitae

Am 3. Dezember 1947 wurde ich in Niederuzwil SG als einziger Sohn des Walter Gamper und seiner Ehefrau Ida geb. Hartmann geboren.

Nach den Grundschulen in Niederuzwil besuchte ich die Kantonsschule in St. Gallen und begann im Jahre 1968 mit dem veterinärmedizinischen Studium an der Universität Bern. Nach dem ersten propädeutischen Examen wechselte ich an die tierärztliche Fakultät der Universität Zürich. Im Herbst 1973 schloss ich mein Hochschulstudium mit dem Staatsexamen ab.

Anschliessend war ich Assistent in verschiedenen Grosstierpraxen und ein Jahr Assistent am Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich.

Seit März 1976 führe ich eine eigene tierärztliche Praxis in Flawil SG.

